

26.443/H/06



TESIS

ANALISA POTENSI KELAUTAN DENGAN MENGGUNAKAN PERMODELAN SISTEM DINAMIK GUNA Mendukung PEMANFAATAN SUMBER DAYA KELAUTAN YANG BERKELANJUTAN

(Studi Kasus : Kawasan Industri Maritim di Pelabuhan Tanjung Tembaga Probolinggo)

Disusun Oleh :

M. ALAMUL HAQ
2503.201.025

RTI
003.85
Haq
a-1
2005



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	10 - 3 - 06
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	224845

PROGRAM STUDI MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN REKAYASA KUALITAS
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2005

**ANALISA POTENSI KELAUTAN DENGAN
MENGUNAKAN PERMODELAN SISTEM DINAMIK
GUNA Mendukung Pemanfaatan
SUMBER DAYA KELAUTAN YANG BERKELANJUTAN
(Studi Kasus : Kawasan Industri Maritim
di Pelabuhan Tanjung Tembaga Probolinggo)**


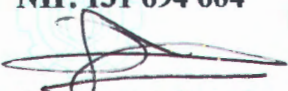
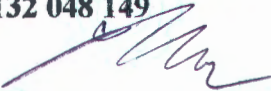


Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh:

M. ALAMUL HAQ
2503.201.025

Tanggal Ujian : 20 Juli 2005
Periode Wisuda : September 2005

Disetujui oleh Tim Penguji Tesis:

- 
1. **Dr. Ir. Moses L. Singgih, MSc, MReg.Sc** (Pembimbing I)
NIP. 131 694 604
- 
2. **Ir. I. Ketut Gunarta, MT** (Pembimbing II)
NIP. 132 048 149
- 
3. **Ir. Hari Supriyanto, MSIE** (Penguji)
NIP. 131 474 475
- 
4. **Dr. Ir. Budisantoso Wirjodirjo, M.Eng** (Penguji)
NIP. 130 781 345
- 
5. **Ir. Arman Hakim Nasution, M.Eng.** (Penguji)
NIP. 132 085 803



Prof. Ir. Happy Ratna S., MSc, PhD
NIP. 130 541 829

ABSTRAK

ANALISA POTENSI KELAUTAN DENGAN MENGGUNAKAN PERMODELAN SISTEM DINAMIK GUNA Mendukung Industri Perikanan Laut yang Berkelanjutan (STUDI KASUS DI PELABUHAN TANJUNG TEMBAGA -PROBOLINGGO)

Oleh : M. Alamul Haq
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Moses L. Singgih, Msc, MReg.Sc
Ko. Pembimbing : Ir. I Ketut Gunarta, MT

Indonesia sampai kini belum mampu memanfaatkan potensi ikan laut dan darat serta kemungkinan meningkatkan nilai tambah dari ekspor ikan hidup. Dari potensi ikan di laut Indonesia sebesar 6,4 juta ton per tahun baru ditangkap sebanyak 3,6 juta ton sehingga pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di Indonesia kurang optimal.

Penelitian ini berkonsentrasi pada bagaimana mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kondisi perikanan laut dan penangkapan ikan laut di Kawasan Industri Maritim ini dan bagaimana menentukan stock sumber daya perikanan laut berdasarkan pendekatan Permodelan Sistem Dinamik di Selat Madura terutama penangkapan di daerah Probolinggo.

Adapun model yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, pertama mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh dalam penentuan populasi ikan, yang bersifat kausatif satu dengan lainnya dan membentuk Causal Loop Diagram. Setelah Causal Loop Diagram ini diketahui maka dilanjutkan dengan memformulasikan model dan mensimulasikan model tersebut dengan menggunakan Software Vensim 5.0. Output dari Software Vensim 5.0 ini digunakan sebagai alat analisis untuk menentukan hasil tangkapan perikanan ikan laut di selat madura.

Variabel-variabel yang digunakan dalam memodelkan penelitian ini adalah Potensi Perikanan Laut, Produksi Perikanan Laut, Jumlah nelayan, Trip Kapal, Catch per Unit Effort (CPUE) Kapal dan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan, tingkat konsumsi, jumlah unit usaha perikanan, jumlah penduduk, Jumlah kapal, Populasi Ikan, dan Tingkat Pendapatan Masyarakat.

Sedangkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di Probolinggo tingkat terbesar terdapat pada tahun 2025 pada skenario 3 terlihat sebesar 38,7 ton , pada skenario 2 sebesar 27,6 ton, dan pada skenario 1 sebesar 13,7 ton.

Kata Kunci : Hasil Tangkapan Ikan, Permodelan Sistem Dinamik, Causal Loop Diagram, Software Vensim 5.0.

ABSTRACT

THE OCEAN POTENTIAL ANALYSES BY USING SYSTEM DYNAMIC MODELING TO CONTINUOUSLY SUPPORT FISHERY INDUSTRY (CASE STUDY IN THE HARBOR OF TANJUNG TEMBAGA – PROBOLINGGO)

By : M. Alamul Haq
Under The Supervision : Dr. Ir. Moses L. Singgih Msc. MReg.Sc.
: Ir. I Ketut Gunarta, MT.

Until now Indonesia not be able to exploit the marine fishery potential and land fishery potential and also possibility to improve add value from fresh fish exporting. From fish potency in the Indonesia's sea amount 6,4 million tons every year, only 3,6 million tons which is arrested so that exploiting resource of marine fishery in Indonesia isn't optimum.

This research concentration to how identified influence variables to the marine fishery's condition and marine fishery capturement in this Ocean industry area and how to determine resource of marine fishery's stock base on modelling system dynamic approach in Madura's strait especially in Probolinggo.

The variables used to model this research are causal to one another and conceptualized in the Causal Loop Diagram .When the Causal Loop Diagram is arranged, the next step is constructing the System Dynamic Modeling by formulating the model in a Flowchart and simulating the model by using Vensim 5.0. The output of this dynamic simulation is used as an analysis tool to define the number result of fish capturement.

The variables used to model in this research are marine fishery potential, production of marine fishery, the number of fisherman, Catch Per Unit Effort (CPUE) of the ship and Allowed Amount of Capturement, consumption level, number of unit fish employer, number of population, number of ship, fish population, and level of society income.

The result of this research is the most optimum number of exploiting resource marine Probolinggo at 2025. In the third scenario amount 38,7 tons, in the second scenario amount 27,6 tons, and at the first scenario amount 13,7 tons.

Key Words: Result of fish capturement, System Dynamic Modeling, causal Loop Diagram, Vensim 5.0 Software.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil 'alamiin, puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala berkat dan rahmat yang telah diberikanNya, serta salam dan shalawat bagi Junjungan Kita Nabi Muhammad SAW, sehingga penyusunan Laporan Penelitian Tesis ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Adapun Laporan Penelitian Tesis ini disusun sebagai persyaratan menyelesaikan studi strata satu dan memperoleh gelar Magister Teknik. Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Penelitian Tesis ini tidak terlepas dari segala bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak kepada penulis. Serta Penulis sangat menyadari bahwa "Tiada Gading Yang Tak Retak". Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya atas terselesaikannya Tesis ini kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Mosses L. Singgih M.eng, M.Sc selaku ketua prodi Pasca Sarjana Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November sekaligus dosen Pembimbing dalam penyusunan Tesis ini.
2. Bapak Ir. I Ketut Gunarta, ST, MT, atas inspirasi, semangat dan ilmu yang telah diwariskan serta kesabaran dan senyuman didalam membimbing penyelesaian thesis ini.
3. Ayahanda, H. Mahfudz Basya, Ibunda, Hj. Rif'ah Suzanna. Terima kasihku dari lubuk hatiku yang terdalam atas bimbingan, pikiran, doa yang tulus dan cinta yang suci, pengertian, serta curahan kasih sayang yang tidak akan pernah aku dapatkan di dunia ini kecuali dari Allah SWT. Maafkan putramu ini yang selalu manja dan penuh dosa ini. Alam tidak bisa membalas semua

yang ayahanda dan ibunda berikan hanya satu yang ingin Alam berikan yaitu Alam ingin membuat Ayahanda dan Ibunda tetap tersenyum bangga pada Alam. Terima Kasih...

4. My best Brother, M. Khusnul Milad, kakakku sekaligus teman curhat dan pantas untuk diisengin, ade'-ade'ku yang paling aku sayangi, Fiena Nadya Maulida and Inaroh Qudsiyah, ade'ku sekaligus tempat melepas rasa usilku hehe...Kalian merupakan orang-orang yang paling berharga didalam hidupku.
5. Rindang Farhah Idhana yang telah memberikan doanya, waktunya untuk ngeladeni Alam untuk curhat, serta kekerasan kepalanya untuk tetap menjaga kestabilan Alam.
6. Novita Permata Sari, makasih atas waktu serta perhatianmu.. maafkan aku telah menyakitimu... yah beginilah kalo pecundang sejati...
7. Hendra Awali Putra, tempat mencurahkan keisenganku, terima kasih atas waktu n kebersamaan yang kita lalui bersama. Aku nggak akan pernah lupa ma CD mu...
8. David Makisang, Prass and friendsnya, Ferry "Rames", Ricki, makasih atas keisengan yang kalian balaskan ke Alam serta hiburan yang kalian suguhkan waktu Alam lagi Broken Heart....Thanks Guys..
9. Bapak Kus " Mayangan" Ketua PPI Probolinggo atas waktu diskusinya serta ilmu yang bapak berikan ke Alam.. Semangat terus ya pak..!
10. Bapak Diman, makasih atas data-datanya yang bapak berikan ke Alam sehingga Alam bisa menyelesaikan thesis ini.
11. Para karyawan Departemen Perikanan dan Kelautan serta Administrasi Pelabuhan yang tidak bisa Alam sebutin satu persatu.. Terima Kasih...

12. Teman-teman Pasca Sarjana angkatan 2003 terutama Bapak Mubin, Bapak Ansori, and kelompok Gang Makam.. thanks atas kebersamaan, sepenanggungan dan sependeraan.
13. Para Santri Ponpes Darul Mukhlashin teman Alam maen bola untuk merefresh Alam waktu Alam lagi sterss berat..
14. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan, bimbingan dukungan dan do'a kepada penulis yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis sangat berharap Laporan Penelitian Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya. Untuk yang terakhir kalinya, penyusun mengucapkan mohon maaf apabila terdapat kesalahan dalam penyusunan Tesis ini.

Surabaya, 25 Juli 2005

M. Alamul Haq, ST

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Permasalahan	5
1.6 Asumsi Permasalahan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Teori Dasar Sistem	7
2.2 Klasifikasi Model	9
2.3 Studi Dukungan Teori	14
2.3.1 Validasi Model Sistem Dinamik	24
2.4 Teknik dan Metode Pendugaan Stock	31
2.4.1 Metode Berbasis Panjang Ikan	34
2.4.2 Metode Produksi Surplus	34
2.4.3 Metode Tak Langsung	34
2.5 Verifikasi	34
2.6 Validasi	35
2.7 Pengaruh Suhu pada Ikan	37
2.8 Industri Sumber Daya Ikan Laut	38
2.9 Data Base Perikanan	41

BAB III Metodologi Penelitian	42
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah	42
3.2 Penetapan Tujuan Penelitian	43
3.3 Studi Kepustakaan dan Wawancara	43
3.4 Penetapan Batasan dan Asumsi	44
3.5 Pembuatan Diagram Kausal Awal	44
3.6 Diagram Alir	45
3.7 Pengumpulan Data	45
3.8 Parameter dan Simulasi	45
3.9 Validasi Model	45
3.10 Penyusunan Skenario	46
BAB IV Pengumpulan Dan Pengolahan Data	49
4.1 Pengumpulan Data	49
4.1.1 Sumber Daya Perikanan	49
4.1.2 Unit Penangkapan Ikan	50
4.1.2.1 Perahu dan Perlengkapannya	51
4.1.2.2 Alat Tangkap	52
4.1.2.3 Lokasi dan Metode Penangkapan	53
4.1.3 Perkembangan Nelayan	54
4.1.4 Produksi Hasil Tangkapan	55
4.1.3 Identifikasi Variabel	57
4.2 Konseptualisasi Model	59
4.2.1 Pembatasan Model	59
4.2.2 Penyusunan <i>Causal Loop Diagram</i>	60
4.3 Formulasi Model	62
4.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data	73
4.5 Simulasi <i>Software Vensim</i>	74
4.6 Verifikasi dan Validasi Model	75
4.6.1 Verifikasi Model	75
4.6.2 Validasi Model	75

BAB V Analisa Dan Interpretasi`	78
5.1 Analisa <i>Causal Loop Diagram</i>	78
5.2 Analisa Hasil Simulasi Model Awal	84
5.3 Analisa Hasil Simulasi Model Skenario	95
BAB VI	102
6.1 Kesimpulan	102
6.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jumlah Perahu Penangkap Ikan di Probolinggo	52
Tabel 4.2 Jumlah Alat Penangkap Ikan di Probolinggo	53
Tabel 4.3 Kegiatan Penangkapan ikan di Desa-desa Probolinggo	55
Tabel 4.4 Perkembangan Produksi dan Nilai Perikanan Laut di Probolinggo	56
Tabel 4.5 Produksi Perikanan Laut Tangkap di Probolinggo	56
Tabel 4.6 Fluktuasi asil Tangkapan Perikanan Laut di Selat Madura	73
Tabel 4.7 Potensi Perikanan Laut di Selat Madura	74
Tabel 4.8 Penyusunan Skenario dan Variabel Pengontrolnya	75
Tabel 4.9 Perhitungan Nilai E_1	77
Tabel 5.1 Penyusunan Skenario dan Variabel Pengontrolnya	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Geografis Laut Indonesia	4
Gambar 2.1 Sistem Loop Terbuka	8
Gambar 2.2 Sistem Loop Tertutup	9
Gambar 2.3 Klasifikasi Model	10
Gambar 2.4 Prinsip Dasar Sistem Dinamik	20
Gambar 2.5 Tahapan Pengembangan Model Sistem Dinamik	23
Gambar 2.6 Lima Langkah Pendekatan Sistem Dinamik	24
Gambar 2.7 Contoh Hubungan Sebab-Akibat	26
Gambar 2.8 Simbol Variabel Level	28
Gambar 2.9 Simbol Variabel Rate	28
Gambar 2.10 Simbol Auviliary	28
Gambar 2.11 Simbol variabel Eksogen	29
Gambar 2.12 Simbol Varabel Parameter	29
Gambar 2.13 Simbol Varabel Sumber dan Endapan	30
Gambar 2.14 Simbol Varabel Delay	30
Gambar 2.15 Faktor Utama Perkiraan Jumlah Stock Ikan Laut	32
Gambar 2.16 Skema Pengaruh Suhu pada Distribusi dan Kelimpahan Ikan	38
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	47
Gambar 4.1 <i>Causal Loop Diagram</i> Penangkapan Ikan	61
Gambar 4.2 Diagram Alir Pemanfaatan Sumber Daya Ikan	63
Gambar 5.1 <i>Causes Tree Diagram</i> jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo	79
Gambar 5.2 <i>Causes Tree Diagram</i> Populasi Ikan	80
Gambar 5.3 <i>Causes Tree Diagram</i> Jumlah Nelayan	81
Gambar 5.4 <i>Causes Tree Diagram</i> Jumlah Kapal	82
Gambar 5.5 <i>Causes Tree Diagram</i> Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Probolinggo	83

Gambar 5.6 <i>Causes Tree Diagram</i> Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di Probolinggo	84
Gambar 5.7 Stock Sumber Daya Perikanan Laut	85
Gambar 5.8 Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo	86
Gambar 5.9 Populasi Ikan	87
Gambar 5.10 Populasi Ikan Lemuru	88
Gambar 5.11 Populasi Ikan Japuh	89
Gambar 5.12 Populasi Ikan Kembang	90
Gambar 5.13 Populasi Ikan Tongkol	91
Gambar 5.14 Populasi Ikan Lainnya	92
Gambar 5.15 Jumlah Nelayan	93
Gambar 5.16 Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut Di Probolinggo	94
Gambar 5.17 Jumlah Kapal	95
Gambar 5.18 Jumlah Kapal Hasil Skenario	97
Gambar 5.19 Jumlah Nelayan Hasil Skenario	98
Gambar 5.20 Populasi Ikan Hasil Skenario	99
Gambar 5.21 Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo Hasil Skenario	100
Gambar 5.22 Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut Di Probolinggo	101

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 25,3% daratan dan 74,7% lautan termasuk zone ekonomi eksklusif, yaitu sekitar 5,6 juta km² meliputi perairan teritorial 3,1 juta km² dan zona ekonomi eksklusif 2,5 juta km² (Bailey, 1987). Dalam lautan Indonesia terkandung kekayaan alam yang *renewable* maupun *non renewable* yang keduanya sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu kekayaan alam yang sangat berperan dalam kehidupan manusia adalah kekayaan alam yang berasal dari laut. Kekayaan alam yang terkandung didalamnya (minyak pantai lepas, karang, mutiara, ikan, dsb) harus dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya demi kemakmuran kehidupan masyarakat.

Saat ini Indonesia berada di peringkat ke enam sebagai negara penghasil ikan terbesar di dunia. Namun demikian sekitar 77 % hasil tersebut berasal dari ikan tangkap. Keadaan seperti ini dapat dimengerti karena perburuan ikan di laut (perairan umum) lebih dulu dilakukan masyarakat dibanding budidaya ikan. Penangkapan ikan di laut yang pada hakekatnya merupakan panen organisme dari perairan umum pada awalnya dilakukan dengan alat-alat yang sederhana dan kemudian menggunakan alat yang sangat modern. Gejala perubahan terjadi mulai tahun 1972/73 dengan penurunan pertumbuhan ikan tangkap dari 6.5 % per tahun menjadi 1% per tahun. Produksi ikan tangkap terus meningkat dari tahun 1955 hingga tahun 1985, stabil sampai 1990, kemudian cenderung menurun. Sedangkan produksi budidaya ikan, termasuk budidaya laut dari waktu ke waktu terus

meningkat sekitar 9,4 % per tahun, diperkirakan pada tahun 2010 produksi budidaya ikan lebih tinggi dibandingkan produksi ikan tangkap.

Indonesia sampai kini belum mampu memanfaatkan potensi ikan laut dan darat serta kemungkinan meningkatkan nilai tambah dari ekspor ikan hidup. Dari potensi ikan di laut Indonesia sebesar 6,4 juta ton per tahun baru ditangkap sebanyak 3,6 juta ton pada 2000, kata Dirjen Peningkatan Kapasitas Kelembagaan dan Pemasaran Departemen Kelautan dan perikanan (DKP), Sumpeno Putro di Bogor, Senin tertanggal 09 Desember 2003 (Bogor, NiasIsland.com)

Masih kecilnya hasil tangkapan ikan di laut ini, tidak lepas dari minimnya jumlah kapal yang mampu berlayar sampai ke tengah laut, maraknya pencurian ikan, dan kerusakan lingkungan. Ada kesengajaan untuk menelantarkan pembangunan armada kapal ikan karena pihak terkait lebih senang mencari menjual lisensi sebesar 10-15 ribu dolar AS serta bensin dan solar yang masih disubsidi

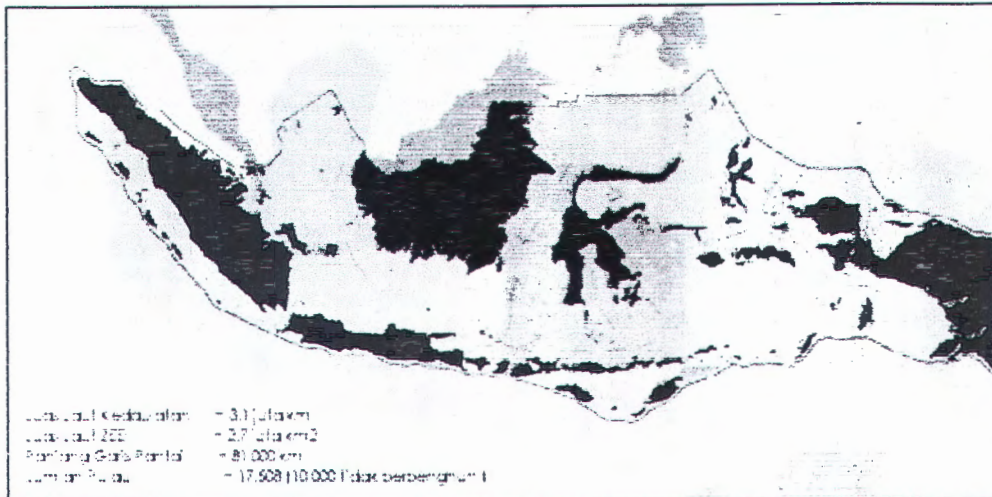
Di sisi lain, aturan di dunia memberikan hak kepada setiap negara untuk memanfaatkan laut di negara lain yang belum tergarap, sehingga jika volume penangkapan yang tidak dibatasi akan membuat laut di Indonesia turun potensi ikannya dalam 10-15 tahun mendatang. Upaya memacu hasil tangkapan untuk dapat meningkatkan devisa dari ekspor juga masih terkendala oleh minimnya jumlah pelabuhan samudera perikanan yang baru mencapai enam, sedang Thailand lebih dari 50 pelabuhan samudera perikanan. Kondisi itu masih diperparah oleh ketergantungan sektor ini seperti juga sektor lainnya pada kapal asing yang menyebabkan biaya angkutan untuk produk ekspor menurunkan daya saing. Pengangkutan dengan pesawat udara juga tidak kalah rumitnya karena sekitar 80

persen kargo Garuda sudah disewa pengusaha Singapura, sehingga eksporter Indonesia yang ingin menggunakannya sering kesulitan. Hambatan terhadap produk ikan Indonesia di negara maju juga tidak sedikit karena diterapkannya bea masuk yang tinggi dan hambatan non tarif berupa standart mutu, dumping, sanitasi, bioterorisme, dan *animal welfare* (Sumpeno,2003)

Pada kesempatan yang sama, Pimpinan Sekolah Teknologi Pangan FGW, FG Winarno, mengatakan “nelayan dan eksporter hasil ikan masih belum mampu meningkatkan nilai tambah dari penjualan produknya ke pasar internasional. Ketidakmampuan itu karena mereka lebih banyak menjual ikan dalam kondisi sudah mati, baik dibekukan atau dalam kaleng, katanya. Padahal, harga jual ikan bisa 2-5 kali lebih tinggi jika dalam kondisi hidup. Masalahnya, eksporter dan nelayan Indonesia masih tidak mau menerapkan teknologi transportasi dengan membuat ikan pingsan (*tranquilizer*) yang sudah banyak dipakai negara maju untuk mengekspor ikan dalam kondisi hidup”.

Adapun tingkat pemanfaatannya yang baru mencapai 45,7 (tahun 2000), menjadikan industri penangkapan ikan memiliki fungsi yang amat penting dan potensial baik dipandang sebagai sumber daya dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat Indonesia maupun sebagai devisa negara.





Gambar 1.1

Peta Geografis Laut Indonesia (Indonesian Marine Geographical Map)

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah didalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel-variabel apa sajakah yang berpengaruh terhadap kondisi perikanan laut dan penangkapan ikan laut di Kawasan Industri Maritim di Selat Madura?
2. Bagaimana meningkatkan tingkat pemanfaatan Sumber Daya Perikanan di Probolinggo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam Penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

1. Mengetahui kondisi perikanan laut dan penangkapan ikan laut di Kawasan Industri Maritim saat ini khususnya di Perairan Probolinggo.
2. Mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kondisi perikanan laut dan penangkapan ikan laut di Kawasan Industri Maritim ini.

3. Mengetahui perilaku sistem dan sampai mana faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi kelestarian ikan laut.
4. Mendapatkan kebijaksanaan yang baik untuk menjaga stabilitas dan pertumbuhan populasi ikan dengan memperkecil resiko yang akan dihadapi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dengan melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Memberi alternatif kebijakan penangkapan ikan laut di Selat Madura terutama didaerah perairan Probolinggo yang juga mempertimbangkan aspek keberlanjutan dari ekosistem.
2. Sebagai rekomendasi untuk terus mengembangkannya di masa mendatang karena kondisi perikanan dan penangkapan ikan laut akan mengalami perubahan yang dinamis dan drastis.
3. Sebagai bahan acuan/rujukan untuk dikembangkan di Kawasan Industri Maritim lain di wilayah Indonesia utamanya daerah-daerah pesisir.

1.5 Batasan Permasalahan

Batasan masalah dalam Penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

1. Penelitian ini hanya khusus dilakukan di Selat Madura khususnya di daerah perairan Probolinggo.
2. Potensi Sumber Daya Kelautan yang dibahas dalam penelitian adalah penangkapan ikan laut saja.
3. Penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap penyusunan skenario saja (tidak melakukan tahapan implementasi).

4. Jenis Ikan yang dilibatkan dalam sistem diambil dari ikan yang dominan tertangkap.
5. Model ini hanya berlaku pada ikan yang dominan tertangkap yaitu ikan lemuru, ikan japuh, ikan kembung dan ikan tongkol sedangkan jenis ikan di luar itu dikategorikan menjadi ikan lainnya.

1.6 Asumsi Permasalahan

Asumsi yang digunakan dalam Penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

1. Penyusunan *Causal Loop Diagram* dan Diagram Alir berdasarkan proses *brainstorming*.
2. Kemampuan nelayan dalam melakukan aktifitas penangkapan ikan laut dianggap mempunyai kemampuan yang sama.
3. Nilai-nilai konstanta dari beberapa variabel didapatkan melalui proses *brainstorming* dengan pihak-pihak yang terkait di objek penelitian.
4. Harga ikan tidak dipertimbangkan dan dianggap tetap.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk memecahkan permasalahan yang ada pada penelitian ini diperlukan literatur-literatur yang mendukung untuk mendapatkan suatu solusi. Adapun literatur yang dipakai untuk menyelesaikan penelitian ini adalah:

2.1 Teori Dasar Sistem

Sistem adalah kumpulan elemen-elemen yang terorganisir untuk mencapai suatu tujuan. Seluruh perilaku sistem akan dengan kuat dipengaruhi oleh elemen-elemennya sendiri dan bagaimana cara elemen-elemen tersebut diorganisir. Semua sistem mempunyai tujuan yang akan memberikan pengaruh yang besar pada operasi mereka (Forrester, 1961). Ciri-ciri dari sistem adalah:

1. Terbentuk oleh elemen-elemen yang saling terkait.
2. Memiliki tujuan yang merupakan dasar terbentuknya sistem tersebut.
3. Terjadi proses transformasi dari masukan (input) menjadi keluaran (output).
4. Memiliki mekanisme pengendali (pengontrol) operasi, terutama yang berhubungan dengan permasalahan yang ditemui dalam sistem tersebut.

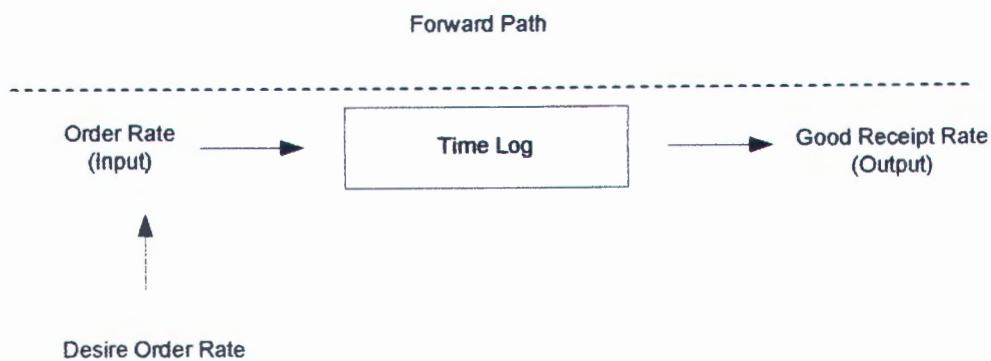
Sistem dapat diklasifikasikan menjadi 2 (dua) yaitu:

Sistem Lup Terbuka

Adapun ciri dari sistem lup terbuka adalah:

- a. Keluaran (output) berasal dari masukan (input), tetapi keluaran (output) tidak mempengaruhi masukan (input).
- b. Sistem hanya terdiri dari lintasan maju (forward)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di gambar 2.1



Gambar 2.1
Sistem Loop Terbuka

- Sistem Loop Tertutup

Karakteristik sistem loop tertutup adalah adanya lintasan umpan balik (Feedback Path) dari informasi. Pilihan dan tindakan yang menghubungkan output pada input. Hal ini dapat menghasilkan rangkaian (rantai) sebab akibat tertutup atau di sebut juga loop umpan balik yang merupakan penyebab timbulnya perilaku dinamis.

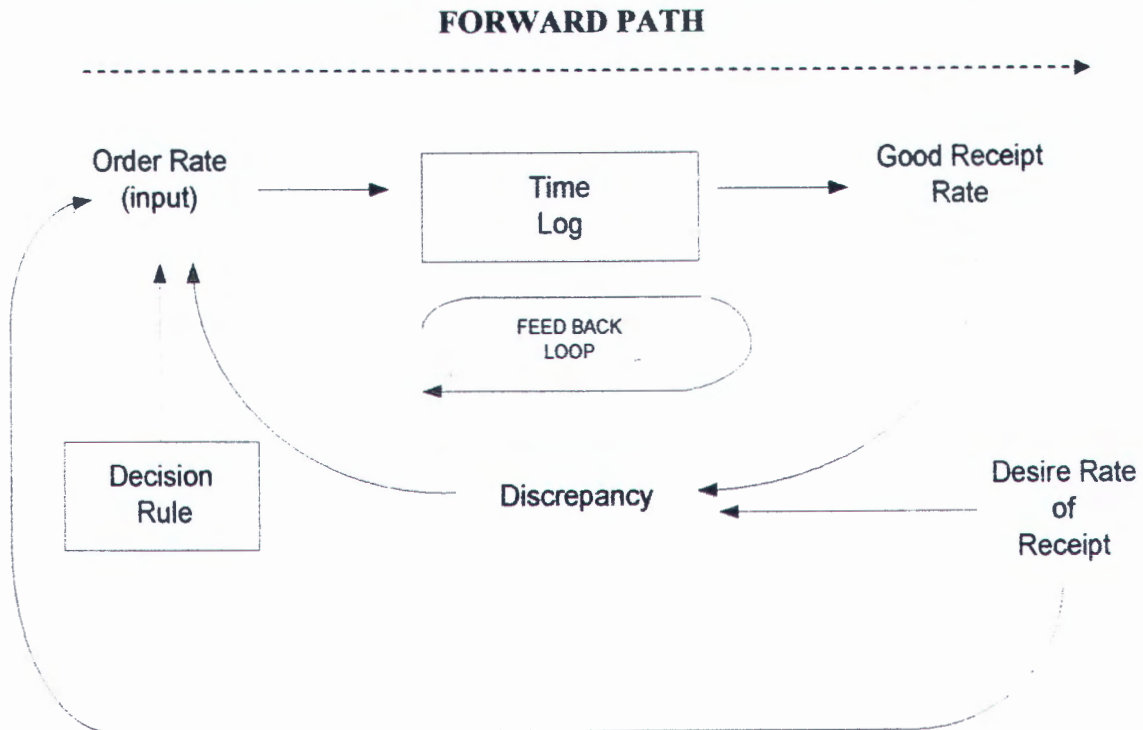
Dalam pengaturan sistemnya, loop tertutup memerlukan dua faktor dalam operasinya, yaitu:

1. Ketidaksuaian antara nilai harapan dan nilai aktual. Hal ini bisa saja dari nilai sekarang atau ramalan.
2. Peraturan dan kebijakan yang menentukan langkah apa yang harus dilakukan ukuran ketidaksuaian yang telah ditetapkan.

Sistem Loop terbuka dapat memunculkan kedinamisan sebagai akibat dari respon sistem tersebut terhadap perubahan-perubahan dari luar sistem (perubahan eksternal), sedangkan pada sistem tertutup kedinamisan yang

timbul dikarenakan sistem melakukan kontrol pada dirinya sendiri karena adanya variasi-variasi eksternal.

Secara umum, sistem loop terbuka dapat digambarkan seperti gambar 2.2



Gambar 2.2
Sistem Loop Tertutup

2.2 Klasifikasi Model

Model dapat mewakili berbagai sistem yang ada, sehingga Forrester membuat klasifikasi model yang dapat dilihat pada gambar 2.3.

Model sistem dinamik adalah representasi dari sistem nyata yang dapat digunakan untuk mempelajari perilaku sistem dengan melakukan pengujian dalam berbagai kondisi yang berbeda.

Representasi sistem dibuat dengan memanfaatkan cara berkomunikasi yaitu kata-kata, grafik/diagram dan persamaan matematis. Umumnya representasi dari

Jadi peneliti menyimpulkan suatu model sistem dinamik mengatur struktur, aliran-aliran informasi dan kebijaksanaan-kebijaksanaan dari suatu sistem dalam suatu model komputer yang berdasarkan struktur *cybernetics* seperti umpan balik sebab akibat dalam sistem. Adapun klasifikasi model ini dapat dilihat digambar 2.3 dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- **Model Fisik atau Abstraksi**

Model fisik adalah model yang paling mudah dimengerti. Model ini biasanya berbentuk variabel. Terdapat dua macam model fisik. Yang pertama model fisik statis, misalnya maket gedung, sedangkan yang kedua adalah model fisik dinamis misalnya, terowongan angin yang digunakan untuk menguji rancangan pesawat.

Model abstrak adalah sebuah model yang lebih banyak menggunakan simbol daripada bentuk fisik. Model abstrak dibagi menjadi tiga macam yaitu model mental, model bahasa atau verbal dan model matematis. Model mental adalah model yang dimiliki oleh semua manusia yang ada di dalam benaknya untuk mewakili proses atau kejadian yang terjadi disekitarnya. Model bahasa atau verbal adalah model komunikasi yang dilakukan oleh manusia. Model matematis sebenarnya model khusus dari model verbal, perbedaannya hanya terletak pada penggunaan bahasa yang lebih tepat dan akurat yang diwakili oleh simbol-simbol atau lambang-lambang.

- **Model Statis atau Dinamis**

Kedua jenis model ini merupakan jenis model yang mewakili situasi yang berhubungan dengan waktu. Model statis menjelaskan sebuah hubungan yang

tidak berubah dengan waktu. Sedangkan model dinamis berhubungan dengan interaksi yang berubah dengan waktu.

- **Model Linier dan Non Linier**

Sebuah sistem yang direpresentasikan dalam sebuah model dapat berupa sistem linier atau sistem non linier. Pada sistem linier, pengaruh luar pada sistem adalah murni penjumlahan sedangkan pada sistem non linier pengaruh luar pada sistem tidak hanya pada penjumlahan saja.

- **Model Stabil atau Tidak Stabil**

Dalam model dinamis, dimana kondisi model berubah terhadap waktu dapat dibagi lagi menjadi model stabil atau model tidak stabil. Hal ini juga berlaku terhadap sistem yang direpresentasikan dalam sebuah model. Sistem stabil adalah sistem yang cenderung akan kembali ke kondisi semula setelah mengalami gangguan atau sengaja diganggu. Sedangkan sistem tidak stabil adalah sebuah sistem jika telah mengalami gangguan tidak akan kembali ke kondisi semula.

- **Model Steady State atau Transient**

Model dan sistem dapat dibagi lagi berdasarkan perilaku mereka baik itu model *steady state* atau transient. Pada kondisi *Steady State* sebuah model mengalami perulangan terhadap waktu akan memperlihatkan pola perilaku yang sama dari waktu ke waktu. Sedangkan perilaku transient adalah fenomena sesaat yang tidak dapat terulang lagi.

Pengembangan suatu model dapat dilakukan dengan aturan elaborasi, analogi dan dinamis.

1. Elaborasi.

Pengembangan model sebaiknya dimulai dari yang mulai sederhana kemudian secara bertahap dielaborasi menjadi model yang representatif. Penyederhanaan masalah dapat dilakukan dengan asumsi yang ketat.

2. Analogi.

Pengembangan model dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip-prinsip teori yang telah dikenal luas.

3. Dinamis

Pengembangan model bukanlah melakukan proses yang linier sehingga dalam tahap pengembangan mungkin saja terdapat proses pengulangan.

Beberapa karakteristik suatu model yang baik sebagai ukuran pencapaian tujuan permodelan menurut Siregar (1994) adalah:

1. Tingkat Generalisasi Yang Tinggi.

Semakin tinggi tingkat generalisasi suatu model, maka semakin baik pula model tersebut, sebab kemampuan model untuk memecahkan masalah semakin besar.

2. Mekanisme Transparansi.

Suatu model dikatakan baik jika kita dapat melihat mekanisme suatu model dalam memecahkan masalah.

3. Potensial Untuk Dikembangkan.

Suatu model yang berhasil biasanya mampu membangkitkan minat peneliti lain untuk menyelidiki lebih lanjut, serta memberikan

kemungkinan pengembangannya menjadi model yang lebih kompleks yang bermanfaat dalam menjawab pertanyaan masalah sistem nyata.

4. Peka Terhadap Perubahan Asumsi.

Hal ini menunjukkan bahwa proses permodelan tidak pernah berakhir, selalu membangkitkan asumsi-asumsi yang lain.

Peneliti menambahkan bahwa tidak ada model yang sama dengan kejadian nyata yang dijadikan acuan permasalahan model untuk dipecahkannya

2.3 Studi Dukungan Teori

Adapun untuk memecahkan suatu permasalahan yang ada pada thesis ini diperlukan teori-teori yang mendukung. Medows dan Robinson (1985) menyatakan bahwa terdapat 4 (empat) metode pendekatan yang biasa digunakan untuk pemodelan kebijakan, yaitu: Model Ekonometri, Model Input-Output, Model Optimasi dan Model Sistem Dinamik.

Perbandingan dari beberapa metode pendekatan dalam permodelan kebijakan dilakukan bukan untuk mendapatkan yang terbaik, tetapi lebih ditekankan pada kekhususan dari masing-masing metode tersebut. Hal ini perlu dilakukan karena pada dasarnya tiap metode memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Untuk itu berikut ini secara singkat beberapa karakteristik metode, dan peneliti mencoba memberikan gambaran kegunaan dan kekurangan dari tiap metode tersebut.

1. Model Ekonometrik

Pada dasarnya model ekonometrik adalah penggunaan metode statistik dalam bidang ekonomi. Model ini berkembang pada tahun 1930-an sebagai

perkembangan minat untuk mempelajari suatu perilaku kuantitatif variable-variabel ekonomi nasional, terutama pada model yang melibatkan variable-variabel yang bersifat agregat (ekonomi makro). Namun dalam perkembangannya, Ekonometrik juga digunakan dalam ekonomi mikro dan berbagai bidang lain untuk menganalisis struktur, perancangan kebijakan dan peramalan (Sukirno, 1981).

a. Karakteristik Model Ekonometrik

Karakteristik utama dari model ekonometrik adalah lebih menekankan pada penggunaan dan pembuktian statistik pada struktur permodelan dengan jalan mengaitkan model dengan observasi statistik sistem nyatanya. Dalam metode ekonometrik tidak ada perbedaan khusus antara aliran fisik dan aliran informasi. Karakteristik lain dari model ekonometrik yaitu lebih menekankan pada konsep yang statis, menggunakan persamaan-persamaan simultan, pada umumnya menggunakan besaran-besaran yang sifatnya agregat. Teknik yang digunakan untuk mendapatkan parameter-parameter model ekonometrik adalah regresi kodrat terkecil (Least Squares) yang didasarkan pada observasi data historis.

b. Kegunaan Model Ekonometrik

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa pada umumnya model ekonometrik menggambarkan sistem secara linier dan variabelnya terbatas pada disiplin ilmu ekonomi. Oleh karena itu sistem nyata yang sesuai dengan paradigma ini berkaitan dengan aliran barang, jasa, uang dalam suatu horison waktu yang pendek sehingga dapat disimpulkan bahwa model ekonometrik sangat sesuai digunakan untuk peramalan jangka pendek variabel ekonomi agregat.

c. Kelemahan Model Ekonometrik

Beberapa kelemahan model ekonometrik adalah:

1. Pendekatan statistik yang digunakan untuk estimasi parameter dapat mengganggu perumusan awal.
2. Akan timbul kesulitan jika data yang tersedia tidak lengkap.
3. Analisa sensitivitas menjadi sangat penting karena proses permodelan linier yang pada kenyataannya prosedur uji sensitivitas tidak diformalkan.

2. Model Input-Output

Model input-output merupakan suatu cara untuk menggambarkan aliran uang, sumber daya atau produk produsen dan konsumen dalam perekonomian dengan menggunakan data perekonomian. Tiga asumsi penting yang mendasari input-output yaitu:

- a. Lineritas artinya hubungan antara input dan output setiap kegiatan produksi yang berifat konstan pada semua jajaran input output sesuai dengan asumsi *return to scale* yang konstan.
- b. Kontinuitas berarti bahwa tiap kegiatan industri dapat mengembangkan atau menciutkan output secara marginal.
- c. Instantaneous adjustment (penyesuaian seketika) yang berarti bahwa model tidak dipengaruhi oleh waktu sehingga tidak kenal adanya delay.

a. Kegunaan Model Input-Output

Selain dapat digunakan untuk menganalisis perubahan-perubahan dalam sistem perekonomian jangka pendek, model input-output juga dapat digunakan dalam pengambilan keputusan perancangan kebijakan.

b. Kelemahan Model Input-Output

Model input-output memiliki beberapa kelemahan antara lain yaitu:

- a. Aplikasinya terbatas pada sistem yang statis dan strukturnya tertentu.
- b. Membutuhkan biaya yang tinggi dan waktu yang lama untuk membuatnya.
- c. Sulit memenuhi konsistensi internal model karena adanya keharusan total input harus sama dengan total output
- d. Sulit digunakan untuk pengambilan keputusan karena tidak memperhatikan aliran informasi.

3. Model Optimasi

Pada awalnya model optimasi dikembangkan oleh angkatan udara Amerika Serikat (USA) pada tahun 1947 dengan membentuk sebuah tim dibawah pimpinan Dantzig. Hasil yang didapat oleh tim ini adalah suatu metode pemrograman linier untuk mendapatkan output yang optimal yang kemudian dikenal sebagai metode simplex. Seiring dengan pesatnya perkembangan untuk pemrograman yang sifatnya non linier dan dinamis.

a. Karakteristik Model Optimasi

Untuk lebih menyederhanakan permasalahan yang ada dalam model optimasi digunakan suatu format sebagai berikut:

- a. Adanya fungsi tujuan yang dapat berbentuk maksimasi atau minimasi.
- b. Terdapat beberapa variabel kendal.
- c. Memenuhi suatu kendala tertentu.

Pada umumnya fungsi tujuan dapat berupa meminimasi biaya produksi atau memaksimalkan keuntungan yang diharapkan dari sistem. Sedangkan variabel kendali adalah semua pilihan dari kebijakan yang ada. Adanya hubungan yang

terjadi antar variabel kendali tersebut dapat membentuk suatu kendala yang dirumuskan dalam bentuk fungsi kendala (M. Safirin, 1995)

Model ini bersifat kaku karena hanya dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan apabila memenuhi format diatas. Model ini juga dilengkapi dengan analisis sensitifitas sehingga dapat digunakan untuk menganalisis perubahan-perubahan yang terjadi pada suatu sistem.

b. Kegunaan Model Optimasi

Pada umumnya model ini dapat digunakan dalam perencanaan strategi bisnis untuk membantu dalam proses pengambilan keputusan, sehingga diperoleh tindakan yang paling tepat, sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai seperti memaksimalkan profit atau meminimasi biaya.

c. Kelemahan Model Optimasi

Model optimasi memiliki beberapa kelemahan antara lain yaitu:

1. Penyusunan konsep/format dapat dilakukan secara sembarang (asal-asalan).
2. Pada umumnya data yang digunakan tidak pasti, sehingga validasi model optimasi menjadi samar dan tidak pasti.
3. Sangat sensitif terhadap perubahan parameter.

4. Metodologi Sistem Dinamik

Setiap metode untuk menganalisa masalah dimana waktu merupakan faktor penting dan melibatkan studi bagaimana suatu sistem dapat dipertahankan untuk melawan (mengambil keuntungan dari) kejutan-kejutan yang terjadi didalam sistem itu sendiri yang berasal baik dari faktor ekstern maupun faktor intern dalam sistem.

Dapat pula dikatakan bahwa sistem dinamik ini adalah pengembangan ilmu manajemen yang mengacu pada masalah-masalah pengendalian.

Sistem dinamik adalah metode permodelan sistem yang dikembangkan oleh Joy W. Forrester dari MIT dengan berdasarkan prinsip teori control. Prinsip utama dari metode ini adalah struktur umpan balik (*Feed Back*), yaitu transmisi dan kembalinya informasi, *action*. Cara berpikir secara demikian dinamakan lup tertutup.

Problem-problem sistem dinamik memiliki 2 ciri, yaitu:



1. Bersifat Dinamis

Sistem Dinamik mempunyai sistem yang dinamis yaitu berubah sesuai dengan perubahan-perubahan terhadap kuantitasnya terhadap waktu.

2. Adanya Struktur Umpan Balik

Berdasarkan penjelasan diatas (tentang umpan balik), sistem dinamik mempunyai umpan balik, dan umpan balik inilah yang mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan kuantitasnya berdasarkan perubahan waktu.

Peneliti menambahkan statement dari Joy W Forrester yaitu:

3. Adanya Ketidakpastian (*Unprediction*)

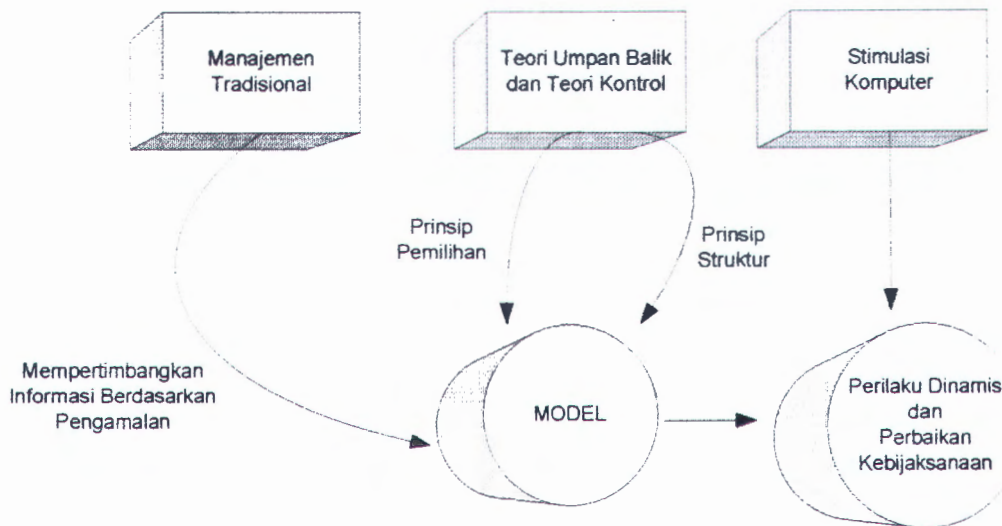
Suatu system tidak dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya, mungkin untuk mendekati bias, tetapi untuk yang "real" tidak ada satupun yang dapat memodelkannya. Begitupula dengan system dinamik yang cenderung memodelkan perubahan-perubahan yang ada pada system.

4. Adanya Ketidaksamaan Model

Model-model yang ada pada system dinamis satu dengan yang lain berbeda tergantung pada kemampuan dan keahlian si perancang desain. Semakin rumit dan kompleks dari suatu permasalahan, maka semakin beragam bentuk model dinamis dan sitematika matematisnya.

Metodologi Sistem Dinamik (gambar 3.4) terbentuk dengan latar belakang tiga disiplin ilmu, yaitu:

1. Manajemen Tradisional (dari Sistem Sosial)
2. Teori umpan Balik (*Cybernetics*) dan teori control.
3. Simulasi Komputer.



Gambar 2.4
Prinsip Dasar Sistem Dinamik

Model sistem dinamik dikembangkan pada tahun 1958-an di Masschusette Institute Technology (MIT), Amerika Serikat oleh Prof. Jay Wright Forrester. Metodologi ini dikembangkan dari teori kontrol. Analisanya dilakukan dengan

mengambil faktor waktu sehingga dan melibatkan studi tentang bagaimana sistem dapat bertahan bahkan dapat mengambil keuntungan dari gejolak-gejolak yang datang dari luar sistem. Prinsip utama dari metode ini adalah struktur umpan balik (*Feed Back*).

a. Karakteristik Model Sistem Dinamik

Karakteristik utama dari metode sistem dinamis adalah adanya kecenderungan dinamika sistem yang kompleks, adanya perubahan perilaku sistem terhadap waktu serta adanya sistem umpan balik tertutup. Adanya umpan balik ini menggambarkan informasi baru tentang keadaan sistem yang kemudian akan menghasilkan keputusan selanjutnya.

Ciri permasalahan yang dapat diaplikasikan pada sistem dinamik, ada 2 (dua) yaitu:

1. Permasalahan tersebut harus dinamis, artinya permasalahan tersebut melibatkan tendensi-tendensi yang dinamis pada sistem yang kompleks yaitu pola tingkah laku yang terjadi seiring dengan perubahan waktu.
2. Permasalahan tersebut harus melibatkan umpan balik (*feed back loops*). *Feed back* ini menyatakan hubungan variabel-variabel sebab akibat yang ada pada sistem permasalahan yang digambarkan melalui *loops*.

Sesuai dengan pendapat Forrester (1961) dalam Sushil (1993) sistem umpan balik merupakan gabungan dari *feed back lops* yang saling berhubungan dan setiap loop dibentuk dari hubungan sebab akibat.

b. Kegunaan Model Sistem Dinamis

Model sistem dinamis paling sesuai diterapkan pada sistem yang betul-betul memiliki karakteristik yang sudah dijelaskan pada karekteristik model dinamis.

Secara umum sistem ini dicirikan oleh pola-pola dinamis tertentu, horizon waktu yang panjang dan batas interdisiplin yang luas.

c. Kelebihan Model Sistem Dinamis

Model sistem dinamis pada umumnya digunakan untuk mempelajari perilaku dan kecenderungan suatu sistem akibat perubahan faktor-faktor internalnya. Model ini sangat baik digunakan untuk mempelajari perilaku suatu sistem yang tertutup dalam jangka panjang (Sushil, 1992). Metode sistem dinamik memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah:

1. Tersedianya kerangka kerja bagi aspek kausalitas, nonlinearitas, dinamika dan endogen dari sistem.
2. Menciptakan pengalaman eksperimental bagi para pengambil kebijakan berdasarkan perilaku faktor-faktor pendukung sistem.
3. Adanya kemudahan untuk mengatur skenario simulasi sesuai dengan yang dikehendaki.
4. Tersedianya sumber informasi yang sifatnya mental, tertulis, maupun numerik sehingga model yang dihasilkan lebih berisi dan representatif.
5. Tidak membutuhkan parameter yang terlalu teliti.
6. Menghasilkan struktur model dari input-input manajerial dan mensimulasikannya lewat prosedur komputasi yang kuantitatif.

d. Kelemahan Model Sistem Dinamik

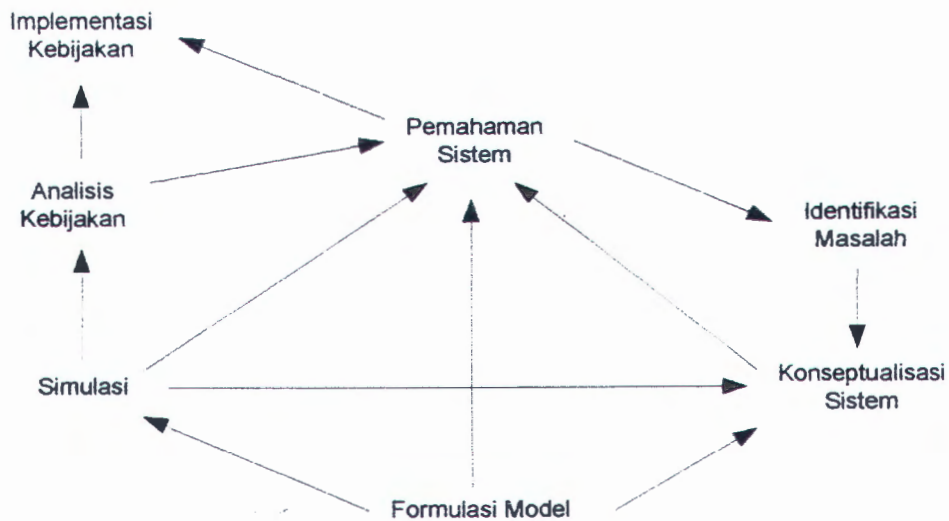
Selain mempunyai kelebihan tentunya sistem dinamik ini mempunyai kelemahan-kelemahan. Adapun kelemahan-kelemahan tersebut adalah:

1. Ketepatan model sangat tergantung pada kemampuan pembuat model.
2. Sangat dipengaruhi ketepatan pembuatan batasan model.

3. Kurang baik digunakan untuk mempelajari sistem jangka pendek.
4. Pemodelan pada umumnya dilakukan dengan struktur yang sangat kompleks sehingga sulit untuk dipahami oleh orang lain.

e. Tahapan Pengembangan Model Sistem Dinamik

Secara umum langkah-langkah pengembangan model dapat dilaksanakan dalam beberapa tahapan seperti terlihat pada gambar 2.5. langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan dari sistem nyata serta menetapkan tujuan dari permodelan yang akan dilakukan.



Gambar 2.5
Tahapan Pengembangan Model Sistem Dinamik

Langkah berikutnya yaitu mengidentifikasi variabel yang signifikan kemudian dilanjutkan dengan konseptualisasi model dengan menggambarkan *causatic diagram* antar variabel, pembuatan diagram simulasi serta formulasi model yaitu pembuatan persamaan dari diagram simulasi tersebut.

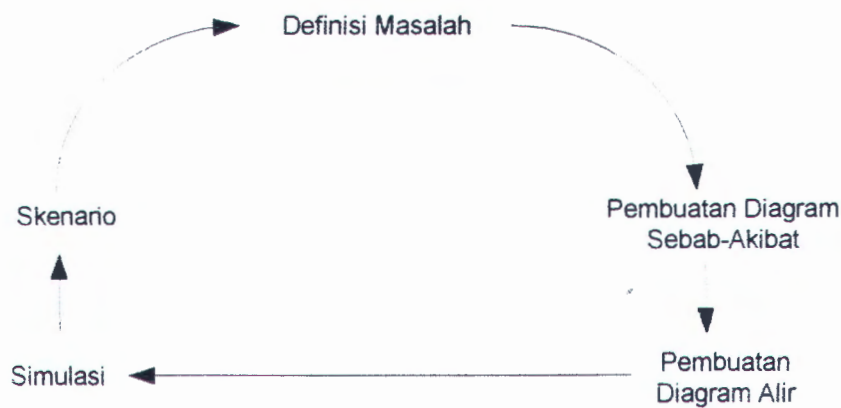
Langkah selanjutnya adalah simulasi, validasi dan evaluasi analisis kebijakan serta implementasi model sebagai langkah terakhir pemodelan.

2.3.1 Validasi Model Sistem Dinamik

Validasi model merupakan suatu proses untuk meninjau seberapa jauh tingkat kepercayaan yang dihasilkan oleh model. Arimoto (2000) menyatakan bahwa validasi dalam sistem dinamik dapat dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu:

1. Validasi Struktural yaitu jika model menghasilkan data yang dapat merepresentasikan struktur yang sesungguhnya.
2. Validasi perilaku yaitu jika model dapat menghasilkan output yang sesuai dengan perilaku sistem nyatanya.

Pendekatan sistem dinamis dapat disederhanakan kedalam lima (5) langkah perulangan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6
Lima Langkah Pendekatan Sistem Dinamis

Adapun penjelasan dari kelima langkah tersebut adalah:

1. Langkah pertama dalam pendekatan sistem dinamis adalah pendefinisian masalah. Dalam langkah ini pengertian akan masalah yang akan diangkat sangatlah penting, agar pada saat penentuan faktor-faktor yang

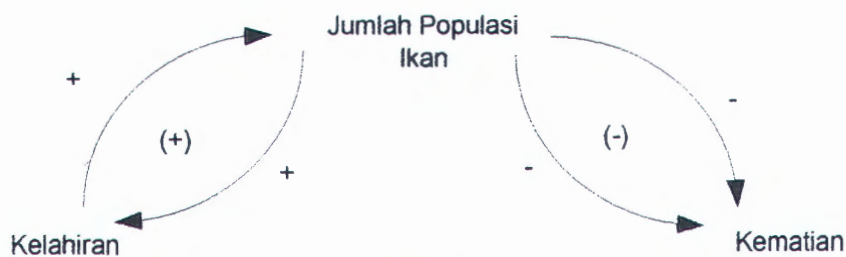
berpengaruh dalam masalah tersebut tidak salah dan menyimpang dari pokok permasalahan yang akan diselesaikan dengan model sistem dinamis. Dari faktor-faktor yang telah ditemukan kemudian dibuat sebuah hipotesis perilaku dari sistem tersebut. Pada langkah ini juga dilakukan penentuan horison waktu.

2. Dari hipotesis yang telah ada kemudian dikembangkan dalam bentuk diagram sebab-akibat.
3. Jika pembuatan diagram sebab-akibat telah selesai, maka dapat dilanjutkan dengan membuat diagram alir.
4. Setelah diagram alir selesai dibuat maka simulasi model dapat dimulai.
5. Setelah dilakukan validasi dan verifikasi, maka hasil simulasi telah sesuai dengan yang diharapkan, maka skenario kebijakan dapat dijalankan dengan simulasi tersebut.

Dalam model sistem dinamik terdapat dua macam diagram yang merepresentasikan struktur sistem. Diagram tersebut adalah:

1. Diagram Sengkeliit Sebab-Akibat (Causal Loop)

Diagram ini bertujuan untuk menggambarkan hipotesa sebab-akibat selama pembuatan model dan juga untuk membuat gambaran struktur sistem dalam bentuk agregat. Diagram ini membantu pembuat model untuk mengkomunikasikan secara tepat struktur umpan balik dari sistem yang diamati. Struktur umpan balik variabel pembentuk model digambarkan melalui lingkaran tertutup.



Gambar 2.7
Contoh Hubungan Sebab-Akibat

Anak panah menunjukkan arah alir efek hubungan sebab-akibat pada contoh diatas memperlihatkan bahwa semakin banyak kelahiran, maka akan semakin banyak jumlah populasi ikan. Sedangkan semakin banyak jumlah populasi ikan akan mengakibatkan semakin banyak kelahiran dan kematian. Hubungan antar variabel yang bertanda positif memiliki arti bahwa variabel tersebut berkorelasi positif dengan variabel yang lainnya. Sedangkan hubungan antar variabel yang bertanda negatif memiliki arti bahwa variabel tersebut berkorelasi negatif dengan variabel lainnya.

Loop umpan balik dapat diidentifikasi bila arah anak panah sebab akibat dari sebuah variabel berakhir pada variabel itu juga. Untuk mengetahui apakah loop umpan balik itu positif atau negatif dapat digunakan pedoman dibawah ini:

- Bila jumlah hubungan negatif (-) adalah ganjil, maka loop umpan balik memiliki polaritas positif (+).
- Bila jumlah hubungan negatif (-) adalah genap, maka loop umpan balik memiliki polaritas negatif (-).

Diagram sengkeli sebab-akibat memiliki keterbatasan, antara lain:

- Diagram ini tidak menggambarkan proses akumulasi dan jenis aliran (material dan fisik).

- Dalam diagram ini jenis variabel tidak ditentukan.

2. Diagram Alir (Flow Diagram)

Tujuan utama diagram ini menggambarkan struktur aliran dan sistem secara detail dengan membangun model matematisnya. Beberapa kelebihan dari diagram ini adalah:

- a. Diagram ini akan membedakan antara subsistem fisik dan subsistem informasi.
- b. Dalam diagram ini jenis masing-masing variabel dapat terlihat.
- c. Diagram ini memberikan hubungan antar variabel secara detail dalam persamaan matematis.
- d. Diagram ini mengidentifikasi delay dalam sistem.
- e. Menunjukkan secara jelas beberapa tipe fungsi khusus yang digunakan untuk memformulasikan persamaan.
- f. Membedakan simbol yang digunakan untuk jenis variabel yang berbeda.

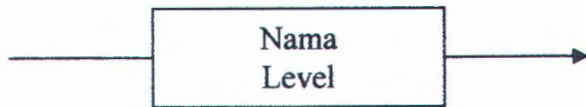
Detail-detail yang diperlukan untuk menyusun persamaan matematis adalah:

- a. Pendefinisian variabel-variabel seperti level, rate dan auxiliary.
- b. Pendefinisian konstanta.
- c. Pendefinisian tabel fungsi.
- d. Pencantuman fungsi-fungsi khusus yang digunakan dalam persamaan.

Jenis-jenis variabel yang digunakan dalam diagram alir vensim beserta lambangnya antara lain:

1. Variabel Level.

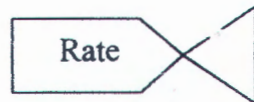
Menyatakan proses akumulasi dalam sistem umpan balik. Variabel Level ini digambarkan dalam bentuk segi empat.



Gambar 2.8
Simbol Variabel Level

2. Variabel Rate

Variabel ini menunjukkan aliran yang menyebabkan penambahan atau pengurangan nilai suatu level. Simbol dari variabel ini berupa katup.



Gambar 2.9
Simbol Variabel Rate

3. Variabel Auxiliary

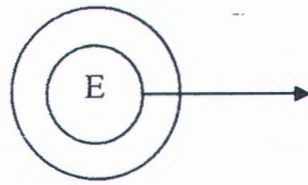
Variabel ini berfungsi menyederhanakan hubungan informasi antara variabel rate dengan variabel level.



Gambar 2.10
Simbol variabel auxiliary

4. Variabel Eksogen

Variabel eksogen merupakan pernyataan dari luar sistem yang mempengaruhi sistem yang diamati. Simbolnya adalah lingkaran ganda.



Gambar 2.11
Simbol variabel auxiliary

5. Parameter (konstanta)

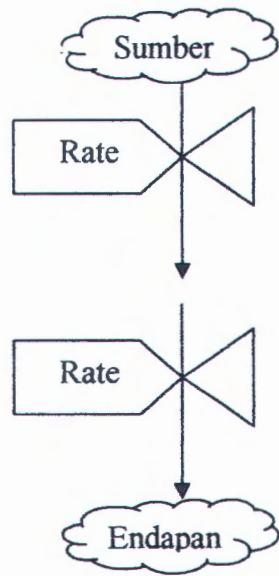
Parameter (konstanta) adalah suatu besaran yang tidak berubah nilainya selama waktu simulasi. Konstanta dapat berfungsi sebagai parameter dengan mengubah nilai-nilainya sesuai percobaan simulasi. Simbolnya berupa garis pendek dengan titik awal informasi di tengahnya.



Gambar 2.12
Simbol variabel Parameter

6. Sumber dan Endapan

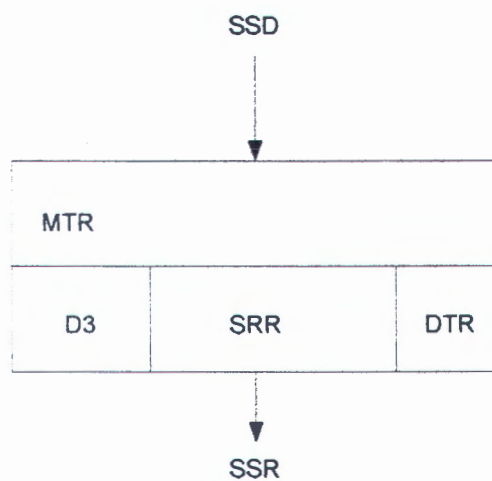
Sumber (Source) dan endapan (Sinks) menyatakan sesuatu di luar sistem yang sifatnya tidak terbatas atau tidak pernah habis. Tujuan dan asal aliran yang tidak mempengaruhi sistem digambarkan menuju suatu endapan atau datang dari suatu sumber. Simbol awan mengungkapkan sumber atau endapan yang tidak penting bagi tingkah laku model sistem dinamis.



Gambar 2.13
Simbol variabel Sumber dan Endapan

7. Delay

Variabel delay merupakan hambatan waktu yang terjadi pada suatu aliran sistem.



Gambar 2.14
Simbol variabel Delay

Keterangan:

SSD = Input Rate

MTR = Quantity (Level) in Transit

D3 = Order The Delay

DTR = Time Constraint of The Delay

SRR = The Out Put Rate

2.4 Teknik dan metode pendugaan stok

Pengkajian stok banyak menggunakan beberapa perhitungan statistik dan matematik untuk memprediksi secara kuantitatif tentang perubahan populasi ikan dan menentukan alternatif pilihan manajemen perikanan.

Teknik pendugaan stok

Pengkajian stok terdiri 4 tahapan:

- (1) Pendugaan karakteristik stok (pertumbuhan, mortalitas alam dan karena penangkapan serta potensi reproduksi)
- (2) Pendugaan kelimpahan ikan di laut.
- (3) Hubungan antara upaya (*effort*) dan mortalitas penangkapan
- (4) Pendugaan produksi untuk jangka pendek dan jangka panjang berupa skenario penangkapan atas dasar kelimpahan dan karakteristik stok masa sekarang.

Sedangkan Aksioma Russel (Dewi, 1996) menyatakan tentang metode identifikasikan elemen-elemen yang menentukan hasil perikanan, sampai saat ini merupakan metode yang terbaik. Aksioma tersebut menyatakan bahwa ada 4 faktor yang menentukan kedinamisan suatu populasi, yaitu:

- Pengelompokan ikan kedalam stock masa tangkap (T)
- Pertumbuhan ikan yang termasuk stock masa tangkap (G)
- Penangkapan (C)
- Kematian (M)

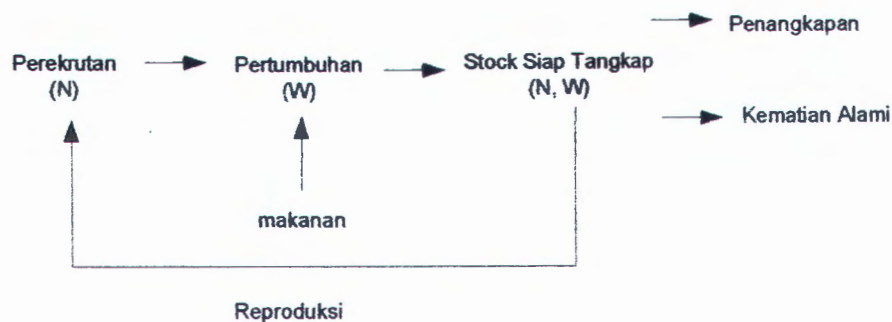
Sehingga diperoleh persamaan:

$$B_2 = B_1 + (T + G) - (M + C)$$

Dimana B_1 dan B_2 berturut-turut adalah ukuran stock pada awal dan akhir periode dimana terjadi penambahan (R dan G) dan pengurangan (M dan C)

Keempat faktor dari Russel ini akan digunakan untuk menemukan angka

penambahan populasi (r_m) dengan menggabungkan aksioma $\frac{T(G - M)}{B}$



Gambar 2.15
Faktor Utama perkiraan Jumlah Stock Ikan Laut

Dapat dilihat bahwa perekrutan dan pertumbuhan merupakan faktor-faktor positif, sedangkan penangkapan dan kematian merupakan faktor negative. N mengacu pada jumlah dan W mengacu pada berat. Walaupun makanan dan proses reproduksi ikut memberikan kontribusi pada kedinamisan stock (persediaan), secara umum tidak dipertimbangkan dalam perkiraan stock untuk spesies tunggal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Dewi (1996) dalam penelitiannya menyatakan tentang sistem dinamis untuk spesies tunggal, sehingga adanya kesulitan untuk mempertimbangkan jumlah stock persediaan yang ada. Spesies yang tunggal tersebut adalah ikan lemuru yang menjadi obyek

penelitiannya. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan Victor P.H. Nikijuluw (2004) dalam *Center for Agro Soci-economic Research (CASER) Agency or Agricultural Research and Development (AARD)* di Bogor yang meneliti tentang kehidupan ikan jempluk di Selat Bali. Sedangkan penelitian yang peneliti lakukan disini adalah untuk mengetahui perkembangan ikan secara umumnya sehingga tidak terfokus pada satu jenis spesies ikan saja. Kelebihan dalam penelitian yang dilakukan oleh baik Dewi (1996) dan Victor P.H. Nikijuluw (2004) lebih terfokus pada ikan yang diteliti karena objeknya satu namun hal tersebut tidak menggambarkan kehidupan ikan laut secara global, sehingga didalam menentukan stock ikan tangkap akan mengalami kesulitan sebab untuk melakukan pendugaan stock ikan tangkap tidak bisa diambil hanya dari satu jenis ikan saja. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti tidak difokuskan hanya dalam satu jenis ikan saja melainkan beberapa ikan yang sering tertangkap oleh para nelayan, sehingga dapat menggambarkan keadaan yang hampir riil, sehingga tidak mendetail seperti yang dilakukan oleh kedua peneliti sebelumnya namun penelitian ini juga mempertimbangkan lingkungan diluar laut seperti tingkat konsumsi, jumlah penduduk, jumlah usaha pengolahan ikan dan variabel-variabel lainnya yang mempengaruhi tingkat populasi ikan. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Hasman (2004) tentang penentuan jumlah kapal yang optimal hanya berkonsentrasi untuk menentukan jumlah kapal yang optimum tanpa memperhatikan jenis ikan, jumlah penduduk, tingkat konsumsi masyarakat, dan harga ikan.

Untuk melakukan pendugaan stock ikan ditangkap perlu diketahui tentang faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kehidupan dari ikan tangkap itu sendiri.

2.4.1 Metode berbasis panjang ikan.

Khusus masalah di daerah tropis, adalah kesulitan alam menentukan umur ikan secara tepat. Metode dengan berbasis panjang ikan dalam penelitian perikanan untuk pendugaan stock semakin dikembangkan dan diperbaharui.

2.4.2 Metode produksi surplus.

Dari pandangan seorang biolog strategi yang benar adalah cukup dengan memperhitungkan *Maximum Sustainable Yield* (MSY) = Produksi Maksimum Lestari. Manager perikanan sekarang telah mempertimbangkan lebih menyeluruh dari aspek biologi, ekonomi dan sosial dalam memprediksi strategi penangkapan optimal bagi usaha perikanan. Model prediksi surplus biasanya menggunakan model Schaefer (1954) dan Fox (1970). Data yang diperlukan untuk menghitung MSY adalah data penangkapan dan upaya (*effort*).

2.4.3 Metode tak langsung.

Terdapat beberapa pendekatan untuk pendugaan sumber daya perikanan secara tidak langsung. Diantaranya adalah pendugaan produksi ikan dari produksi primer, kelimpahan zooplankton, survei telur dan larva ikan dan pengujian kandungan perut ikan pada tingkat *trophic* tinggi.

2.5 Verifikasi

Verifikasi dilakukan untuk memastikan model telah berjalan sesuai dengan keinginan pembuat model. Dalam hal ini logika yang dipakai apakah

sudah berjalan sesuai dengan keinginan pembuat model. Verifikasi yang dilakukan dalam simulasi dilihat dari apakah program sudah berjalan dengan tidak ada kesalahan, dengan cara melakukan running simulasi. Sedangkan untuk melakukan pengecekan terhadap logika dilakukan dengan cara mengambil salah satu sampel data yang digunakan, kemudian dibandingkan dengan output simulasi.

2.6 Validasi

Validasi digunakan untuk meninjau seberapa besar tingkat kepercayaan yang bisa diberikan terhadap model yang dibuat. Validasi tidak artinya tanpa meninjau tujuan model itu sendiri secara jelas. Tujuan dari penelitian selain penting untuk memusatkan penelitian juga juga berguna dalam menilai validitas. Arti kevalidan di sini adalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Pada dasarnya Permodelan Sistem Dinamis dibuat untuk dapat menjawab serangkaian pertanyaan yang tepat. Dalam sistem dinamis validitas suatu model dikaitkan dengan konsistensi dan kesesuaian. Pada akhirnya validitas model akan diarahkan pada kegunaannya dan keefektifannya. Keefektifan adalah tercapainya tujuan dan kegunaan dilihat dari hasil-hasil yang diperoleh.

Metode validasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kotak hitam (*Black Box Method*). Menurut *Yaman Barlas* (1989), validasi sistem dinamis dari model simulasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai rata-rata dan nilai perbedaan amplitudo variansi antara hasil simulasi data aktual. Untuk membandingkan nilai rata-rata digunakan rumus :

$$E_1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{|\bar{A}|} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$$\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i$$

$$\bar{A} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i$$

S = hasil simulasi

A = data aktual

N = jumlah data

Dinyatakan valid apabila nilai $E_1 \leq 0.1$

Untuk membandingkan perbedaan amplitudo variansi digunakan rumus :

$$E_2 = \frac{|S_s - S_a|}{S_a}$$

Dimana :

$$S_s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (S_i - \bar{S})^2}$$

$$S_a = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (A_i - \bar{A})^2}$$

S = hasil simulasi

A = data aktual

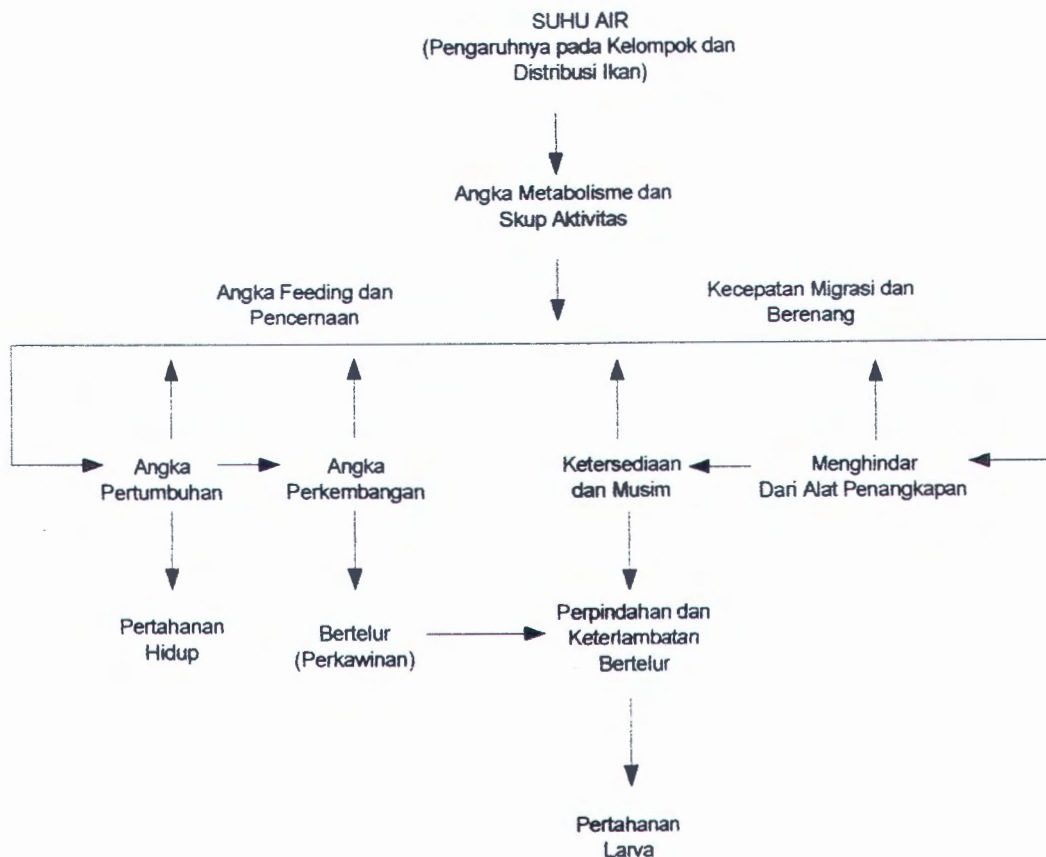
N = jumlah data

Dinyatakan valid apabila nilai $E_2 \leq 0.3$

2.7 Pengaruh suhu pada ikan

Suhu telah umum digunakan dan paling tepat untuk diteliti dalam usaha mengukur parameter lingkungan. Karena itu, hasil studi tersedia dalam bentuk hubungan antara ikan dalam bentuk variasi temperatur. Ikan dapat merasakan adanya perubahan temperature air yang lebih kecil dari $0,1^{\circ}\text{C}$. Pada penelitin tentang ikan yang dilakukan oleh oleh Larasati Savitri Dewi menyatakan bahwa setiap spesies memiliki karakteristik batas dan toleransi suhu optimum yang dapat mengakibatkan perubahan yang tipis antara satu stock dan stock yang lain dalam satu spesies. Namun itu tidak berlaku pada penelitian yang peneliti lakukan karena, penelitian yang peneliti lakukan cenderung menggambarkan keadaan ikan dalam berbagai spesies yang berada di perairan laut dan bukan hanya pada satu spesies saja.

Suhu mempengaruhi angka metabolisme yang kemudian memodifikasi aktifitas ikan. hal ini juga mengakibatkan angka pertumbuhan dan kebutuhan makanan juga terpengaruh oleh suhu lingkungan. Meskipun suhu memberikan rangsangan pada ikan, perubahan ini juga mengakibatkan perubahan terhadap lingkungan seperti masa air. Pengaruh suhu terhadap kehidupan ikan dan lingkungan dapat dilihat pada gambar 2.16



Gambar 2.16
Skema Pengaruh Suhu pada Distribusi dan Kelimpahan Ikan

2.8 Industri Sumber Daya Ikan Laut

Menurut Undang-Undang N0. 9 tahun 1985 tentang perikanan, yang dimaksudkan dengan sumber daya hayati laut adalah Sumber Daya Ikan (SDI). Berdasarkan ketersediaan sumber daya kelautan, maka usaha dan upaya pemanfaatan sumber daya tersebut dibagi dalam berbagai spesialisasi industri kelautan, yaitu industri sumber daya ikan, industri sumber daya tak dapat pulih dan industri jasa lingkungan.

Industri perikanan untuk pemanfaatan sumber daya ikan dibagi dalam berbagai kelompok kegiatan industri, yaitu :

1. Industri penangkapan ikan (fishing industry) yakni seluruh mata rantai kegiatan dalam usaha penangkapan ikan di laut. Jenis industri ini disebut juga sebagai industri primer.
2. Industri hasil perikanan (fish processing industry), yakni seluruh mata rantai kegiatan dalam usaha pengolahan hasil laut, seperti pengalengan, pengeringan, pembekuan dan sebagainya. Jenis industri ini disebut sebagai industri sekunder.
3. Industri pemasaran produk laut, yakni seluruh mata rantai kegiatan dalam usaha pemasaran hasil laut. Jenis industri ini disebut sebagai industri tertier dalam perikanan.
4. Industri budidaya perairan, yakni seluruh mata rantai kegiatan dalam usaha budidaya perairan, termasuk industri primer dalam perikanan.

Disamping itu terdapat juga industri-industri lain sebagai penunjang usaha perikanan, seperti industri pembuatan alat-alat penangkapan ikan, industri kapal perikanan, industri pakan ikan dan sebagainya.

Dalam penelitian yang dilakukan, peneliti meletakkan industri penangkapan ikan sebagai industri primer, karena hampir pada setiap kator Syah Bandar yang ada di Indonesia terdapat industri penangkapan ikan yang sangat berperan penting didalam mempengaruhi jumlah stock ikan yang ada, dan menambahkan adanya Industri budidaya perairan sebagai salah satu usaha primer di dalam dunia usaha perikanan. Victor P.H. Nikijuluw dalam *Center for Agro Soci-economic Research (CASER) Agency or Agricultural Research and Development (AARD)* di Bogor dalam penelitiannya menyatakan bahwa Industri hasil perikanan yang merupakan industri primer, karena permintaan (deman) yang dilakukan Industri

hasil perikanan yang menyebabkan tingginya penangkapan ikan. Menurut pendapat peneliti sebagai pelaku penelitian ini perlu ditambahkan bahwa semakin banyak armada penangkapan ikan yang beroperasi diperairan laut semakin banyak pula tingkat penangkapan ikan.

Pembangunan perikanan nasional bertujuan mewujudkan industri perikanan dengan semaksimal mungkin dalam memanfaatkan sumber daya ikan secara optimal dan lestari bagi kemakmuran rakyat, melalui peningkatan gizi masyarakat, peningkatan taraf hidup nelayan, perluasan kesempatan kerja, peningkatan volume dan nilai ekspor, dan peningkatan produksi sesuai dengan potensi lestari sumber daya ikan serta daya dukung lingkungan. Guna mencapai tujuan pembangunan tersebut diperlukan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada seluruh mata rantai sistem usaha perikanan

Sumber daya hayati laut meliputi ikan pelagis kecil, cakalang dan tuna, ikan-ikan *demersal* dan *krustasea* serta jenis invertebrata. Penyebaran ikan pelagis kecil hampir di seluruh perairan yang dekat ke pantai, sedangkan cakalang dan tuna merupakan penghuni samudera (berbatasan dengan Samudera Pasifik maupun India). Penyebaran udang (jerbung, dogol, windu) terutama di perairan Arafuru dan di beberapa perairan pantai yang terpengaruh daratan. Kerang-kerangan tersebar pada umumnya di perairan karang (coral reef) dan perairan pantai lainnya, terutama di Indonesia Bagian Timur.

Status perikanan Indonesia bervariasi tergantung dari wilayah perairan dan penyebaran penduduk. Hampir semua sumber daya ikan di perairan pantai Timur Sumatera, Utara Jawa, Teluk Cilacap dan Selat Bali telah secara intensif diusahakan. Sebaliknya sumber daya ikan di perairan lainnya belum diusahakan

secara optimal. Oleh karena itu kegiatan yang berkaitan dengan pendugaan stok ikan (*stock assessment*) berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Kegiatan ikan laut terutama adalah mengeksploitasi suatu perairan untuk dimanfaatkan sumber daya ikannya melalui penangkapan dengan alat tertentu. Untuk menghindari terkurasnya sumber daya ikan, diperlukan pengelolaan perairan dengan metode dan data yang sesuai.

2.9 Database perikanan

Sebagai negara kepulauan, terdapat ribuan perkampungan nelayan sepanjang pantai, masing-masing dengan sejumlah perahu/kapal penangkapan dan juga alat tangkap tradisional tanpa menggunakan perahu/kapal. Akibatnya, pengumpulan data hasil penangkapan dan upaya (jumlah kapal) sulit dilakukan. Analisis pendugaan stok diambil dari beberapa sumber informasi untuk menduga kelimpahan sumber daya dan kecenderungan perubahan populasi. Pada dasarnya informasi diperoleh dari kapal penangkapan (komersial), misalnya jumlah hasil tangkapan dan karakteristik biologi (panjang, sex dan kematangan gonad), dan hasil tangkapan per unitnya (*catch per unit effort* = CPUE) adalah merupakan data dasar untuk pengkajian *stock*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Berangkat dari latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian serta pendekatan metodologis yang hendak digunakan maka dapat disusun alur penelitian seperti yang terlihat pada gambar 3.1. Secara garis besar metode penelitian ini dikelompokkan menjadi 4 (empat) tahapan besar yaitu tahapan identifikasi, tahapan membangun model, tahapan pengumpulan dan pengolahan data, serta tahapan analisa dan interpretasi hasil.

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Permasalahan yang ada dalam dunia nyata ini sangat banyak jumlah dan ragamnya, oleh karena itu untuk dapat diangkat menjadi sebuah penelitian maka harus diadakan identifikasi dan pemilihan permasalahan. Masalah yang telah dipilih tersebut kemudian dirumuskan sehingga menjadi jelas apa yang menjadi pokok permasalahannya.

Dalam BAB I telah dijelaskan bahwa masalah utama yang dihadapi oleh pemberdayaan perikanan ikan laut adalah kebijaksanaan dan penangkapan ikan yang belum optimal. Menurunnya penangkapan ikan memberikan pengaruh terhadap penerimaan devisa negara serta pemenuhan pangan masyarakat Indonesia.

Dalam BAB II menjelaskan tentang *critical review* terhadap penelitian-penelitian yang sebelumnya untuk menyempurnakan penelitian yang dibuat oleh penulis. Dengan melakukan suatu *critical review* dapat menambahkan kelemahan-kelemahan pada penelitian yang telah ada.

Dari identifikasi masalah kemudian disusun perumusan masalah seperti yang dijelaskan dalam BAB I yaitu merancang suatu model yang dapat membantu menentukan kebijakan-kebijakan yang baru agar mempermudah didalam pengambilan keputusan tentang perikanan laut.

3.2 Penetapan Tujuan Penelitian

Langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian. Dengan adanya tujuan penelitian tersebut maka proses penelitian dan hasil yang dicapai diharapkan sesuai dengan tujuan yang diinginkan dan tidak keluar dari konteks permasalahan.

3.3 Studi Kepustakaan dan Wawancara

Setelah masalah diidentifikasi dan dirumuskan, tujuan penelitian ditetapkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan studi kepustakaan yang dapat dijadikan sebagai landasan berpikir bagi penelitian yang akan dilakukan.

Studi literatur dan wawancara dilakukan untuk memperoleh gambaran terhadap sistem yang akan dimodelkan. Tahap studi literatur merupakan pembahasan rumusan-rumusan teoritis dan literatur yang berkaitan dengan masalah yang sedang diteliti. Teori serta konsep yang diperoleh menjadi kerangka berpikir yang merupakan pijakan teoritis untuk mengembangkan model dan membuat analisa kebijakan sesuai dengan tujuan permodelan. Studi literatur yang dilakukan meliputi konsep tentang sistem, permodelan sistem, simulasi, validasi model simulasi, kebijakan dan keputusan manajemen, pendekatan permodelan kebijakan, sistem dinami, perikanan laut, rangkaian penelitian yang relevan dan software yang digunakan (vensim)

Wawancara dilakukan terhadap sumber-sumber informasi yang berkaitan dengan penelitian ini. Wawancara dilakukan secara langsung (tatap muka) maupun tidak langsung (lewat telephone). Pihak-pihak yang diwawancarai diantaranya pihak pimpinan di syahbandar Tanjung Tembaga Probolinggo., para nelayan, dan para peneliti yang tergabung di *Association Maritim of Indonesia* (AMI).

3.4 Penetapan Batasan dan Asumsi.

Dalam tahapan inin dilakukan penetapan batasan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan model matematis dari suatu sistem perikanan laut berdasarkan informasi yang diperoleh dari studi literatur dan hasil wawancara.

3.5 Pembuatan Diagram Kausal Awal

Setelah memiliki pemahaman yang mendalam tentang sistem, maka dibuatlah sebuah model awal dalam bentuk diagram kausal yang diharapkan dapat meyederhanakan dan tetap dapat mewakili kondisi sistem perikanan laut yang sesungguhnya. Dengan pembuatan model ini diharapkan menjadi lebih mudah dalam melakukan pemahaman yang mendalam mengenai cara kerja sistem.

Disini tampak interaksi dan strukur umpan balik antar elemen-elemen dalam sistem sehingga kompleksitas permasalahan dapat digambarkan. Jika model telah dinilai dapat mewakili kondisi sistem yang sesungguhnya maka dapat dilanjutkan dengan pembuatan diagram alir. Tetapi jika belum maka dapat dilakukan perbaikan terhadap model tersebut.



3.6 Diagram Alir.

Pembuatan model simulasi ini merupakan dasar untuk membuat persamaan matematis untuk tiap-tiap variabel dalam model dan pada perangkat lunak vensim berbentuk diagram alir.

3.7 Pengumpulan Data

Untuk dapat mensimulasi model dan menguji validitas model, maka diperlukan data observasi yang dikumpulkan setiap satuan waktu tertentu, dalam bentuk data skunder. Pengumpulan data ini dilakukan di Dinas Perikanan Dati II Probolinggo dan di AMI (*Association Maritim of Indonesia*).

3.8 Parameterisasi dan Simulasi

Parameterisasi merupakan pemberian nilai parameter pada model. Setelah dilakukan parameterisasi kemudian dilanjutkan dengan simulasi model yang bertujuan untuk mensimulasi persamaan matematis model yang dibuat berdasarkan data-data yang diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak vensim

3.9 Validasi Model

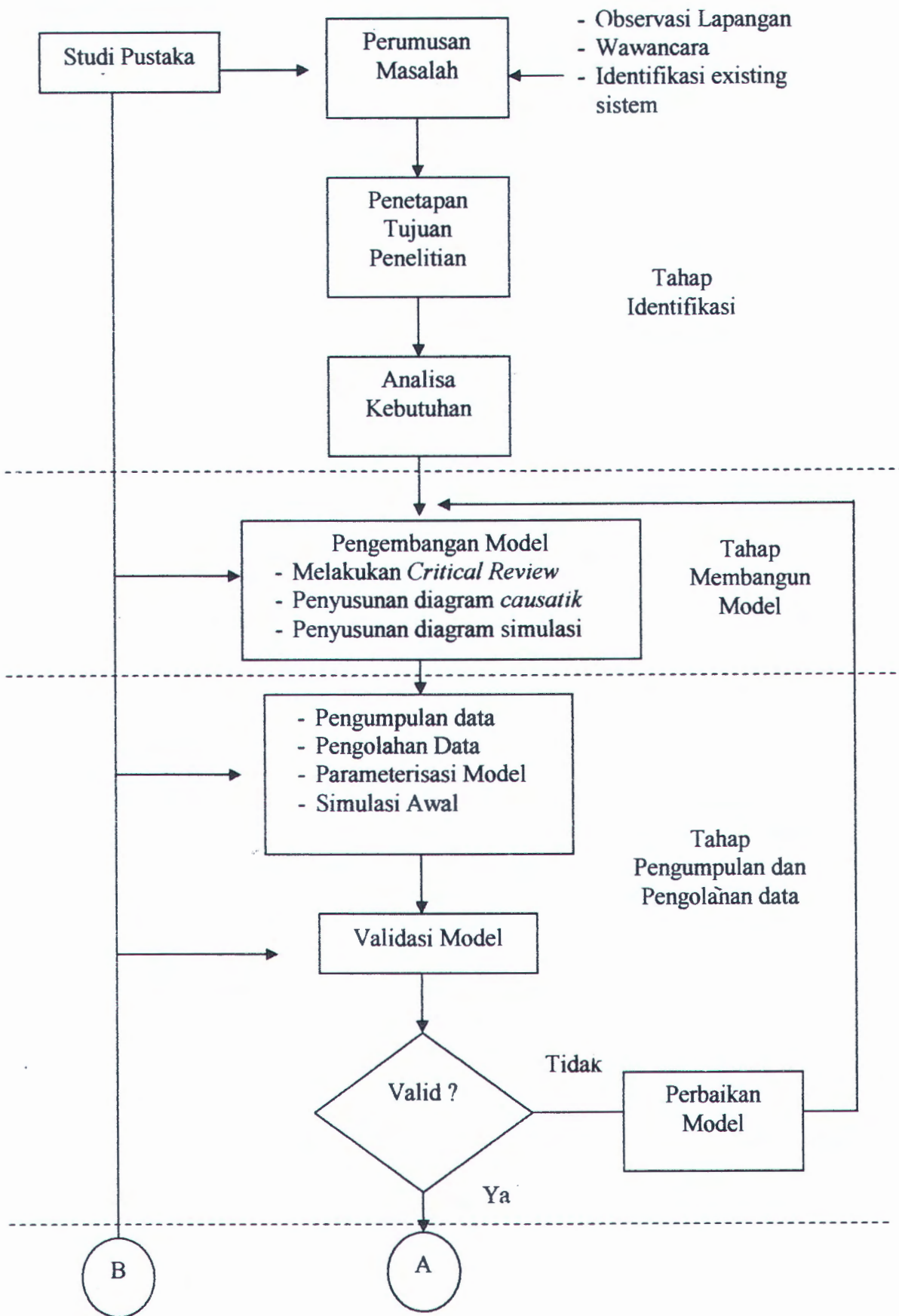
Validasi model dilakukan untuk mengembangkan persamaan matematik yang telah dibuat menjadi sebuah model yang representatif dengan permasalahan yang sebenarnya. Pada tahap ini kita mensimulasi model yang telah dilengkapi dengan persamaan-persamaan matematis. Untuk dapat melihat gejala-gejala permasalahan dalam perikanan laut sebenarnya. Simulasi ini dilakukan dengan memanfaatkan fasilitas yang tersedia pada perangkat lunak vensim.

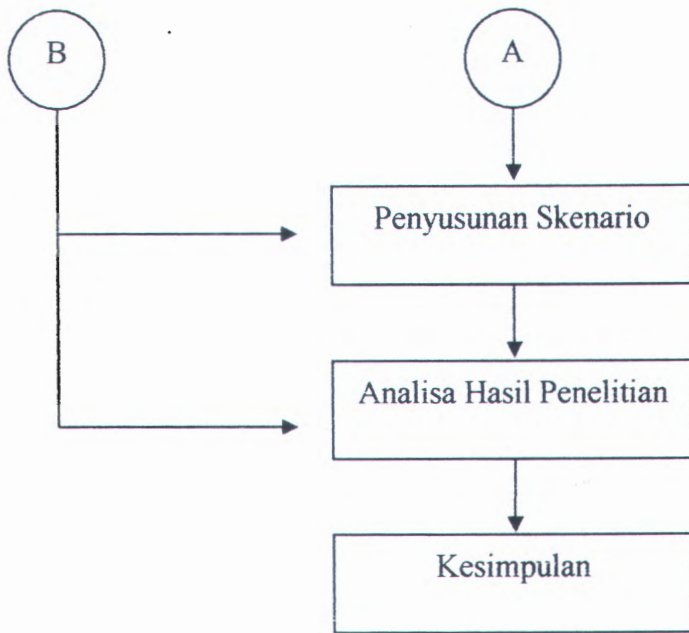
3.10 Penyusunan Skenario

Tujuan akhir dari pembuatan suatu model dinamis sistem dinamis adalah merancang kebijakan-kebijakan yang sesuai dengan tujuan penelitian dengan harapan dapat memperbaiki perilaku sistem. Yang ada. Alternatif-alternatif kebijakan berhubungan dengan 2 (dua) macam manipulasi model yaitu:

1. Analisa Kebijakan dengan Perubahan Parameter.

Beberapa parameter pada sistem dinamik dapat diklasifikasikan sebagai parameter kebijakan. Parameter-parameter ini berperan sebagai aktor atau pembuat keputusan. Parameter-parameter yang sensitif diubah untuk melihat perilaku model. Dengan mensimulasi parameter-parameter kebijakan dengan nilai yang berbeda maka kebijakan baru dapat dirancang.





Tahap
Analisa dan
Interpretasi

Gambar 3.1
Diagram Alir Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Tahap selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan dan pengolahan data. Keseluruhan proses pengumpulan dan pengolahan data pada penelitian ini akan dijelaskan pada bab ini. Secara umum, data-data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data-data yang didapatkan melalui survei, pengumpulan data sekunder, *brainstorming*, dan wawancara pada pihak-pihak yang terkait di objek penelitian.

Pada Bab IV ini, berisikan tentang data-data yang digunakan untuk memudahkan peneliti didalam menyelesaikan permasalahan. Oleh karena itu disini akan dijelaskan secara sistematis bagian per bagian, mulai dari pengumpulan dan pengolahan data serta hasil yang diperoleh.

4.1.1 Sumber Daya Perikanan

Setelah dilakukan survey didapatkan data Laporan Tahunan Dinas Perikanan Jawa Timur tahun 2004, potensi lestari sumber daya ikan laut di perairan Selat Madura diperkirakan 156.057,26 ton/tahun yang terdiri dari beberapa jenis ikan yaitu tongkol, japuh, lemuru, kembung dan jenis ikan lainnya. Untuk Probolinggo sendiri diperkirakan memiliki potensi lestari 29.978,6 ton/tahun (19,21 % potensi lestari perairan Selat Madura).

Berdasarkan potensi lestari sumber daya perikanan dan tingkat pemanfaatannya, dapat disimpulkan bahwa Probolinggo merupakan daerah potensial bagi pengembangan sumber daya perikanan. Potensi sumber daya

perikanan masih belum dimanfaatkan secara optimal, terlihat dari tingkat pemanfaatannya masih jauh dari tingkat pemanfaatan yang diperbolehkan (Jumlah Tangkapan Yang Diperbolehkan, JTB = 80 %). Dengan demikian pengembangan pemanfaatan sumber daya perikanan laut masih mempunyai peluang yang sangat besar.

4.1.2 Unit Penangkapan Ikan

Pada pembahasan masalah unit penangkapan ikan akan dibahas tentang perlengkapan alat-alat tangkap ikan yang umum digunakan oleh para nelayan yang ada di Probolinggo.

Banyak jenis alat tangkap ikan digunakan di Indonesia, tergantung jenis ikan yang akan ditangkap dan kondisi perairan di mana penangkapan dilakukan. Alat tangkap ikan kadang-kadang spesifik menurut daerah penangkapan. Secara garis besar, alat tangkap ikan dapat dikelompokkan menjadi:

1. Alat tangkap tusuk (*impaling gear*) adalah alat tangkap yang menusuk atau melukai badan ikan seperti tombak, harpun, panah, senapan, ganco, dan sejenisnya. Alat tangkap ini digunakan untuk ikan berukuran besar dan yang berada di dekat permukaan air, atau untuk perairan dangkal.
2. Alat tangkap pancing (*hook and line gear*) adalah alat tangkap yang menggunakan pancing seperti hand line, long line, huhate, atau sejenisnya. Alat tangkap ini umumnya digunakan untuk menangkap ikan pelagis (yang berada di permukaan).
3. Alat tangkap perangkap (*trapping gear*) adalah alat tangkap yang didesain agar ikan mengarah masuk dan terperangkap di dalamnya tanpa dapat keluar

lagi. Berbagai macam jenis bubu termasuk ke dalam kelompok alat tangkap ini. Alat tangkap ini digunakan untuk ikan yang berada di dasar (demersal).

4. Alat tangkap penyangkut (*entangling gear*) adalah alat tangkap berupa jaring yang berfungsi menahan ikan yang melewatinya sehingga ikan tersangkut dan tidak dapat terlepas lagi, seperti jaring insang (*gill net*) yang berjaring tunggal, trammel net, yang berjaring ganda, atau jaring hanyut (*drift net*).
5. Alat tangkap lingkaran (*encircling gear*) adalah alat tangkap berupa jaring yang digunakan dengan cara dilingkarkan, seperti pukatan pantai (*beach seine*), pukatan kantong (*purse seine*), lampara, atau sejenisnya.
6. Alat tangkap tarik (*towed gear*) adalah jaring yang penggunaannya dengan cara ditarik oleh satu atau dua kapal di dalam air. Kecepatan penarikan tergantung jenis ikan yang akan ditangkap. Termasuk ke dalam kelompok ini adalah trawl, baik yang digunakan untuk ikan dasar (biasanya udang) atau ikan permukaan.
7. Alat tangkap angkat (*lifting gear*) adalah jaring dengan desain terbuka di permukaan dan menangkap ikan dengan cara mengangkat jaring tersebut ke permukaan air. Contoh alat tangkap ini adalah bagan.

4.1.2.1 Perahu dan Perlengkapannya

Dalam aktifitas penangkapan ikan laut, umumnya digunakan satu unit perlengkapan penangkap ikan yang terdiri jukung/perahu/kapal, alat tangkap, tenaga penggerak (mesin), dan tenaga kerja (anak buah kapal). Perahu yang digunakan dalam kegiatan penangkapan ikan adalah perahu kayu (jukung). Tidak seluruh perahu yang ada mempergunakan tenaga penggerak berupa mesin. Mesin yang digunakan pada umumnya adalah motor tempel berkekuatan 8-15 PK. Di

bawah ini disajikan tabel perkembangan jumlah perahu antara tahun 2000 hingga 2004 yang dirinci menurut jenisnya (Tabel 4.1). Selain perahu dengan motor tempel, perahu yang digunakan di probolinggo adalah perahu dengan kapasitas 7 GT (Gross Ton)

Tabel 4.1
Jumlah Perahu Penangkap Ikan di Probolinggo.

No	Tahun	Jenis dan Ukuran Perahu/Kapal										Total
		Perahu Tanpa Motor					Kapal Motor (GT)					
		Jukung	Perahu Papan			Motor Tempel	Motor					
Kecil	Sedang		Besar	0-5	6-10		11-20	21-30	>30			
1.	2000	138	50	25	64	127	0	95	12	90	302	903
2.	2001	138	52	28	64	127	0	100	12	89	302	912
3.	2002	133	55	31	68	127	0	135	14	92	302	957
4.	2003	125	61	35	72	129	0	135	16	94	290	957
5.	2004	139	68	46	75	130	0	115	21	94	270	958

(Sumber : Laporan Akhir Dinas Perikanan dan Kelautan Probolinggo, 2004)

4.1.2.2 Alat Tangkap

Jumlah alat tangkap yang dipergunakan (umum) digunakan oleh masyarakat probolinggo terdiri dari jaring insang, jaring angkat, pancing tonda, dan pancing lain. Berikut ini disajikan tabel perkembangan jumlah alat penangkap ikan di Kotamadya/Kabupaten Probolinggo antara tahun 1998 hingga 2002 yang dirinci menurut jenisnya.

Tabel 4.2
Jumlah Alat Penangkap Ikan di Probolinggo.

No	Jenis Alat Tangkap	Jumlah Alat Tangkap				
		2000	2001	2002	2003	2004
1	Payang	76	85	80	82	78
2	Pukat Pantai	7	10	10	10	88
3	Pukat Cincin	100	135	135	115	33
4	J. Insang Hanyut	127	127	129	130	60
5	Jaring Klitik	32	32	33	34	30
6	Bagan Tancap	25	28	30	31	39
7	Serok	35	38	44	55	61
8	Trammel Net	35	35	36	37	58
9	Rawai Tetap	106	48	55	44	64
10	Pancing	102	105	108	125	125
11	Bubu	82.000	88.000	98.000	116.000	120.900
12	Lain-Lain	100	105	111	119	186
Jumlah		82745	88748	98771	116782	121722

(Sumber : Laporan Akhir Dinas Perikanan dan Kelautan Probolinggo, 2004)

4.1.2.3 Lokasi dan Metode Penangkapan

adapun lokasi pencarian ikan nelayan di Probolinggo baik ditingkat kotamadya maupun ditingkat kabupaten baru di sekitar perairan pantai, yaitu di daerah pesisir, Mayangan, Tongas, Kraksaan dan daerah gending. Hal ini sesuai dengan armada yang digunakan yang masih sederhana dengan kekuatan mesin yang sangat terbatas. Aktivitas penangkapan dilakukan pada pagi hari dengan lama operasi 5-6. Pada bulan-bulan tertentu ketika musim ikan (September) penangkapan biasa dilakukan pada pagi sampai malam hari

Pencarian lokasi penangkapan dilakukan berdasarkan pengalaman. Pada awalnya para nelayan mencari tempat yang dinilai banyak ikannya. Hal ini berdasarakan riak air dan kedalam laut. Setelah tiba di lokasi maka dilakukan penurunan jaring dan sekitar 1-2 jam kemudian dilakukan pengangkatan. Proses

penurunan (*setting*) dan pengangkatan jaring hanya dilakukan satu kali pada setiap operasi penangkapan. Sambil menunggu waktu pengangkatan jaring, biasanya dipergunakan untuk melakukan penangkapan ikan dengan pancing.

Karena daerah operasi penangkapan yang relatif dekat, maka penanganan hasil penangkapannya tidak menggunakan es sebagai pengawet. Waktu operasi hanya menghabiskan waktu hingga 3 jam menyebabkan kualitas hasil tangkapannya masih dalam keadaan segar.

Khusus para nelayan Andon yaitu para nelayan yang menangkap ikan didaerah penangkapan ikan di luar selat Madura seperti selat Sunda, Bali, Lombok dan daerah-daerah penangkapan ikan lainnya menggunakan es sebagai pengawet. Setelah hasilnya didapat maka dipisah-pisah mana ikan yang layak jual atau tidak. Mana yang akan di serahkan di pabrik pengalengan ikan dan mana yang langsung dijual di Tempat Pelelangan Ikan (TPI).

4.1.3 Perkembangan Nelayan

Karena sebagian besar kehidupan masyarakat Probolinggo adalah berwiraswasta maka jumlah nelayan di daerah Probolinggo baik di daerah kabupaten maupun kotamadya relatif kecil dibandingkan dengan jumlah nelayan yang berada didaerah perairan seperti di Bali, Sumatera dll. Perkembangan jumlah nelayan sejak tahun 2000 hingga 2004 relatif tetap yaitu berjumlah 3000 - 4000 nelayan.

Tabel 4.3
Kegiatan Penangkapan Ikan di Desa-desa Probolinggo.

Desa/ Pantai	Jenis Armada	Jenis Alat Tangkapan	Jml Kel. Nelayan
Mayangan	Jukung Motor Tempel Kapal Motor	Gilinet, pancing, bubu	139
Pesisir	Jukung Motor Tempel Kapal Motor	Gilinet, pancing, bubu	27
Tongas	Jukung Motor Tempel Kapal Motor	Gilinet, pancing, bubu	19
Gending	Jukung Motor Tempel Kapal Motor	Gilinet, pancing, bubu	9
Kraksaan	Jukung Motor Tempel Kapal Motor	Gilinet, pancing, bubu	3

(Sumber : Laporan Akhir Studi Kelayakan dan DED Rencana Pembangunan PPI Probolinggo 2004)

Nelayan yang ada di Probolinggo menaruh hidupnya untuk menangkap ikan sebagai pemenuhan kebutuhan pokoknya. Sebagian besar nelayan yang ada (bukan yang disebutkan pada pembicaraan sebelumnya) melakukan penambakan seperti udang, bandeng, dan ikan-ikan tambak lainnya. Dalam 1 kelompok nelayan biasanya terdapat 15 – 20 nelayan

4.1.4 Produksi Hasil Tangkapan

Perkembangan produksi ikan hasil tangkapan di Probolinggo disajikan dalam tabel berikut ini.

Adapun perkembangan produksi dan nilai perikanan laut di Probolinggo jika dibandingkan antara perikanan laut dan perikanan darat adalah seperti yang terlihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4
Perkembangan produksi dan nilai perikanan laut di Probolinggo

Tahun	Produksi (Ton)		Total Prod. Ikan (Ton)
	Perik Laut	Perik Darat	
2000	645,7	160,8	806,50
2001	572,8	159,7	732,50
2002	658,9	147,2	806,10
2003	610,4	187,5	797,90
2004	657,6	128,6	786,20

(Sumber : Laporan PEMP Dinas Pertanian, Perikanan & Kelautan Probolinggo, 2004)

Perkembangan produksi dan nilai perikanan laut di Probolinggo dapat diperinci pada tabel 4.5

Tabel 4.5
Produksi Perikanan Laut Tangkap di Probolinggo (ton).

No	Jenis Ikan	2000	2001	2002	2003	2004
1	Lemuru	1.968,30	2.128,10	3.438,40	3.470,50	4.603,50
2	Kembung	958,4	1.522,40	2.145,80	3.051,70	3.118,20
3	Japuh	978,8	1.580,10	1.957,90	2.590,20	2.850,50
4	Tongkol	955	1028,9	1.719,59	2.047,90	2.432,30
5	Ikan Lain	13.582,00	17.158,00	16.160,29	15.478,60	16.974,10
Jumlah		18.442,50	23.417,50	25.421,98	26.638,90	29.978,60

(Sumber : Laporan Akhir Dinas Perikanan dan Kelautan Probolinggo, 2004)

Berdasarkan tabel di atas diperoleh gambaran bahwa selama kurun waktu lima tahun terakhir, terjadi fluktuasi produksi perikanan tangkap. Produksi tertinggi terjadi pada tahun 2004 dan terendah pada tahun 2000. Tahun 2001 produksi mengalami peningkatan kembali

Produksi ikan hasil tangkapan dapat digolongkan berdasarkan tempat hidupnya secara vertikal menjadi dua jenis kelompok yaitu ikan pelagis dan ikan demersal. Sedangkan kelompok ikan lainnya biasanya merupakan kelompok ikan

demersal. Dari seluruh jenis ikan tersebut, jumlah produksi ikan Lemuru yang terbanyak, yaitu sekitar 15,35 % dari produksi keseluruhan.

4.2 Identifikasi Variabel

Setelah melakukan pengkajian gambaran kondisi saat ini di Probolinggo maka sebelum memasuki tahapan Permodelan Dinamis, perlu melakukan identifikasi variabel-variabel apa sajakah yang berpengaruh di dalam menentukan jumlah kapal yang nantinya akan beroperasi di Perairan sekitar Selat Madura, Probolinggo dan Jawa Timur. Variabel ini satu dengan lainnya mempunyai interaksi dan mempunyai hubungan sebab akibat. Sebagai bahan catatan, kapal-kapal ini merupakan bantuan dana bergulir dari Pemerintah Kotamadya/kabupaten Probolinggo yang akan dioperasikan oleh kelompok-kelompok nelayan di Probolinggo guna mengeksploitasi Sumber Daya Ikan Laut yang selama ini tingkat pemanfaatannya masih jauh dari potensi lestari yang telah ditetapkan oleh Pemerintah, tetapi pemanfaatan ini tetap memperhatikan aspek keberlanjutan dari Sumber Daya ini.

Proses identifikasi variabel-variabel yang berpengaruh dilakukan dengan melakukan survei dan wawancara dengan kelompok-kelompok nelayan di Probolinggo dan pemahaman sistem yang mendalam dari beberapa literatur dan referensi. Adapun variabel-variabel yang dibahas di bawah ini merupakan variabel-variabel eksogen, yaitu variabel-variabel utama yang nantinya dimodelkan dalam Simulasi Dinamis, yaitu sebagai berikut

1. Jumlah Potensi Sumber Daya Perikanan Laut di wilayah Pengelolaan Perikanan Selat Madura, jumlah potensi ini merupakan variabel utama yang sangat berpengaruh dalam memprediksi stok ikan. Peneliti mengalami

kesulitan dalam mendapatkan data Potensi Perikanan Laut di Kotamadya Probolinggo/Kabupaten Probolinggo, karena selama ini belum ada penelitian yang kontinyu dalam melakukan *stock assesment* di wilayah ini. Sehingga variabel ini merupakan alternatif solusi dalam memprediksi stok perikanan laut. Selain itu kapal-kapal ini selain beroperasi di wilayah perairan Probolinggo juga beroperasi di daerah perairan Pulau Madura.

2. Jumlah Produksi Perikanan Laut baik di Wilayah Pengelolaan Perikanan Selat Madura maupun di perairan Probolinggo Sendiri. Jumlah produksi ini adalah hasil penangkapan ikan laut yang telah dilakukan selama ini yang berupa data historis runtun waktu. Jumlah produksi ini berguna dalam menentukan sisa stok potensi perikanan laut yang bisa dieksploitasi oleh nelayan-nelayan Probolinggo.
3. Kelompok-kelompok ikan yang sering ditangkap oleh nelayan-nelayan yang meliputi jenis ikan dan jumlahnya masing-masing. Adapun kelompok-kelompok ikan yang sering ditangkap adalah ikan Lemuru, ikan Japuh, Ikan Kembang dan Ikan Tongkol.
4. Tingkat Pemanfaatan yaitu seberapa besar tingkat penangkapan saat ini yang dibandingkan dengan potensi lestari atau jumlah tangkapan yang diperbolehkan sesuai dengan Ketetapan Pemerintah
5. Jumlah Armada saat ini yang meliputi jukung/perahu dan kapal yang saat ini beroperasi.
6. Jumlah Alat Tangkap yang meliputi jumlah dan jenisnya masing-masing.
7. CPUE (*Catch per Unit Effort*) yaitu hasil tangkapan dari setiap unit upaya penangkapan dari armada yang ada.

8. Jumlah Nelayan.
9. Jumlah Penduduk
10. Jumlah tempat pengelolaan ikan
11. Harga Ikan
12. Tingkat Populasi Ikan
13. Variabel-variabel lain yang nantinya akan dikembangkan dalam permodelan baik di *Causal Loop Diagram* dan Diagram Alir

4.2 Konseptualisasi Model

Dalam tahap ini konsep dan pemahaman sistem yang telah didefinisikan sebelumnya akan dituangkan dalam bentuk model yang nantinya mendekati dengan kondisi riil dari sistem penangkapan ikan laut yang nantinya akan menjadi acuan dalam penentuan jumlah kapal, yaitu meliputi pembatasan model dan penyusunan *Causal Loop Diagram*. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut.

4.2.1 Pembatasan Model

Sebelum melakukan pembuatan *Causal Loop Diagram* dan Diagram Alir dari model, terlebih dahulu menentukan batasan-batasan dari model yang bertujuan agar model yang dibuat nantinya mempunyai cakupan analisis yang lebih detail dan komprehensif serta tidak melebar dari bahasan sistem yang diteliti.

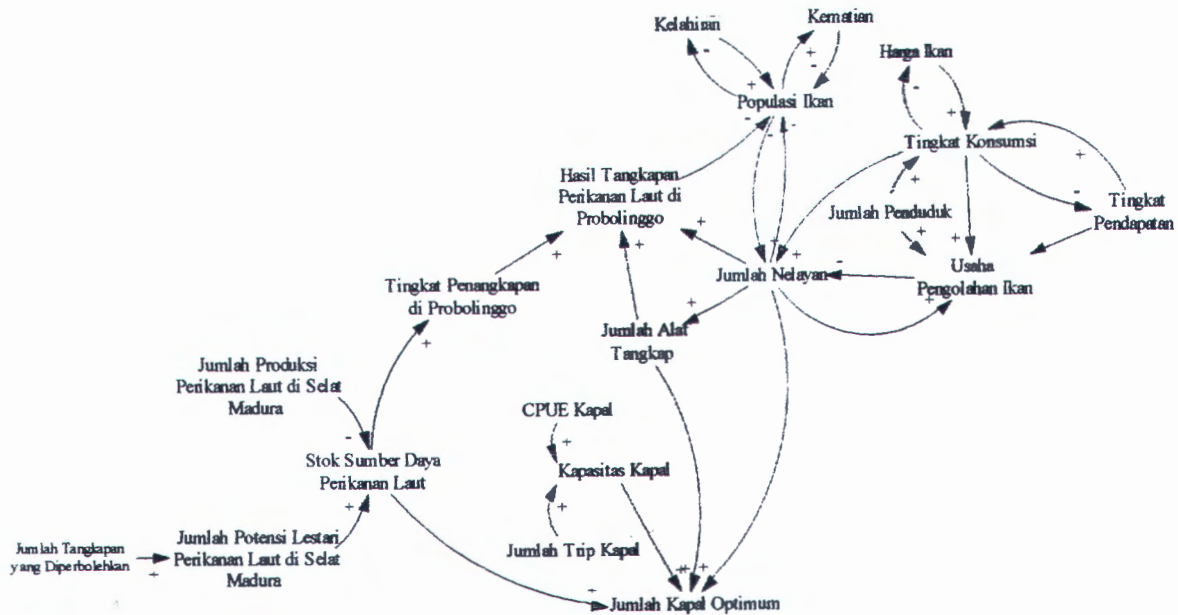
Ikan laut yang akan dimodelkan adalah kelompok-kelompok ikan yang sering ditangkap di perairan Probolinggo yang mempunyai nilai ekonomis tinggi setelah melalui proses *brainstorming* dan wawancara dengan nelayan-nelayan setempat serta sesuai dengan data-data yang diperoleh dari Departemen Perikanan dan Kelautan Probolinggo.

Di dalam penelitian ini tujuan yang ingin dicapai adalah untuk menjaga kelestarian populasi ikan dengan memperhatikan perilaku dari sistem kehidupan ikan yang bersifat dinamis sebagai hasil dari struktur hubungan dari unsur-unsur yang ada dalam sistem tersebut.

Dari pengenalan sistem tersebut diharapkan akan diperoleh kebijaksanaan yang baik untuk menjaga stabilitas dan pertumbuhan populasi ikan dengan memperkecil resiko yang dihadapi.

4.2.2 Penyusunan *Causal Loop Diagram*

Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa pemahaman sistem yang baik sangat membantu dalam mengkonseptualisasikan kondisi riil dari sistem penangkapan ikan dan penentuan jumlah kapal nantinya. Sehingga variabel-variabel yang telah diidentifikasi sebelumnya mudah untuk dituangkan ke dalam Diagram Sebab-Akibatnya. Adapun *Causal Loop Diagram* Penentuan Jumlah Kapal disajikan pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1
Causal Loop Diagram Penangkapan Ikan

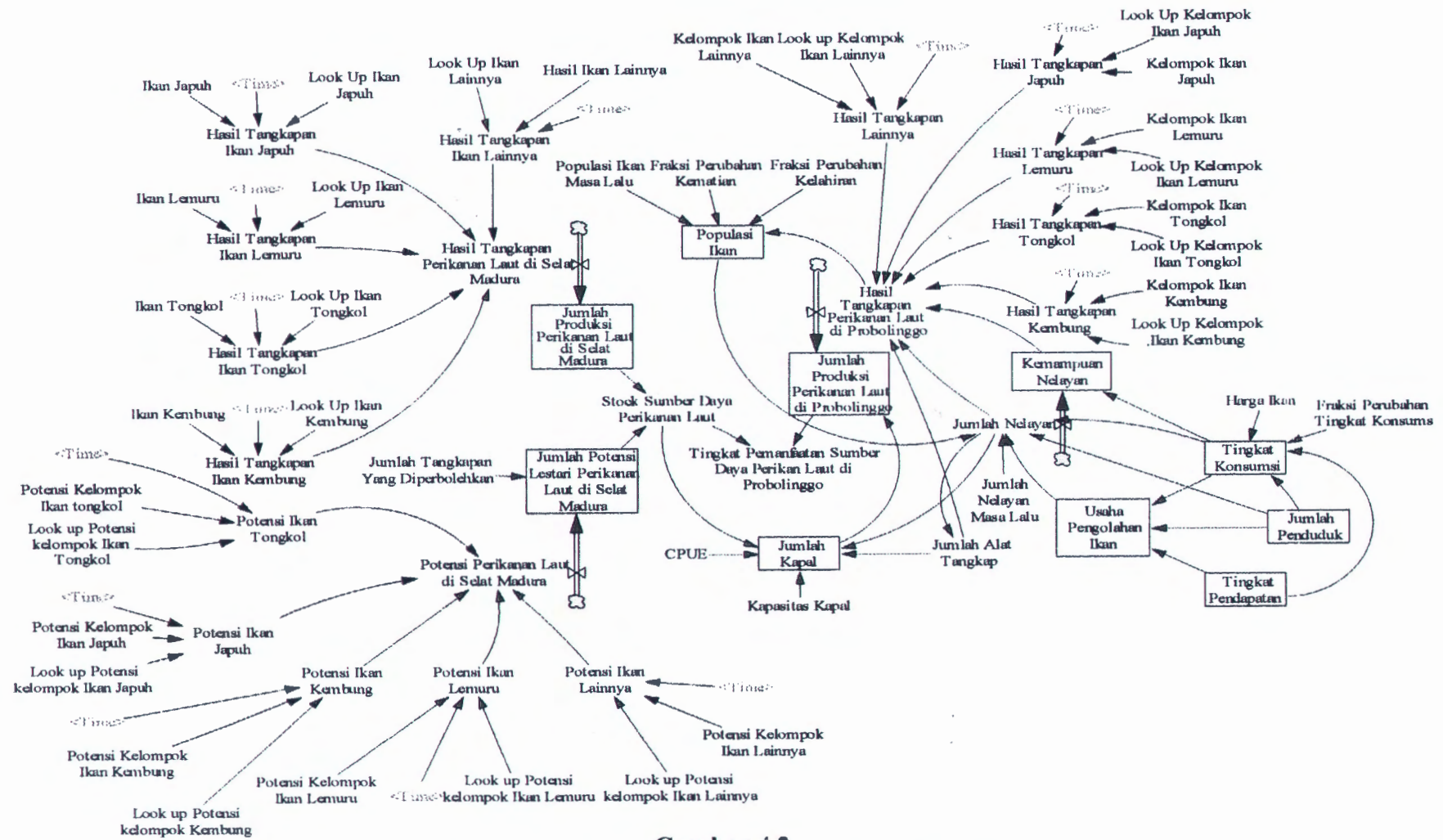
Pada gambar di atas tampak bahwa secara garis besar Populasi ikan dipengaruhi oleh variabel hasil tangkap, kelahiran, kematian serta variabel jumlah nelayan. Sedangkan variabel hasil tangkapan perikanan laut di Probolinggo dipengaruhi oleh tingkat penangkapan ikan di Probolinggo. Tingkat penangkapan ikan di Probolinggo sangat dipengaruhi oleh variabel potensi perikanan laut di Jawa Timur yang telah disesuaikan dengan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan sesuai Ketentuan Pemerintah dan Produksi Perikanan Laut di Jawa Timur. Selisih Potensi Lestari-Produksi ini merupakan Stok Perikanan Laut yang bisa dieksploitasi oleh nelayan-nelayan Probolinggo. Hasil tangkapan tidak terlepas dari pengaruh variabel-variabel lain seperti jumlah alat tangkap, variabel tingkat penangkapan di Probolinggo dan jumlah nelayan.

Jumlah penduduk sangat berperan didalam peningkatan tingkat konsumsi masyarakat terhadap ikan dan peningkatan jumlah usaha pengolahan ikan yang

ada. Dengan adanya penambahan kebutuhan akan konsumsi terhadap ikan dapat meningkatkan jumlah nelayan. Tingkat konsumsi itu sendiri dipengaruhi oleh adanya tingkat pendapatan masyarakat, jumlah penduduk dan harga ikan. Jumlah nelayan dapat mempengaruhi adanya pemenuhan akan kebutuhan terhadap jumlah kapal yang optimal. Selain itu, Jumlah nelayan dapat mempengaruhi jumlah alat tangkap yang digunakan serta variabel tingkat populasi ikan. Variabel jumlah kapal dipengaruhi adanya kapasitas kapal, CPUE dan jumlah trip yang dilakukan. Pada diagram di atas juga didapatkan informasi mengenai tingkat pemanfaatan Sumber Daya Ikan Laut baik di Selat Madura dan Probolinggo sendiri, hal ini sangat penting dan digunakan untuk mengontrol Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan agar tidak melebihi JTB sebesar 80 % dari Potensi Perikanan Laut dan tetap menjaga Kelestarian Sumber Daya Ikan Laut.

4.3 Formulasi Model

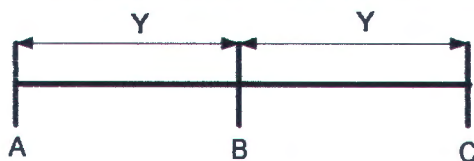
Pada tahap Formulasi Model ini, langkah yang harus dilakukan sebelum masuk ke Simulasi Permodelan Dinamik adalah dengan menyusun Diagram Alir Penentuan Jumlah Kapal. Diagram Alir ini merupakan lanjutan dari proses sebelumnya yaitu penyusunan *Causal Loop Diagram*. Di dalam Diagram Alir ini variabel-variabel yang telah dimodelkan di *Causal Loop Diagram*, akan dikembangkan lagi menjadi lebih detail dan spesifik, yang meliputi persamaan matematis, pemberian aliran informasi dan fisik, parameter, dan data-data yang berhubungan dengan dengan variabel yang telah terdapat pada model yang sudah ditentukan sebelumnya melalui *Software Vensim 5.0*. Adapun Diagram Alir Penentuan penentuan stock Ikan dan Jumlah Kapal dengan menggunakan Permodelan Dinamik disajikan pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2
Diagram Alir Pemanfaatan Sumber Daya Ikan

Perhitungan formulasi model dilakukan dalam tahapan waktu. Pertambahan waktu yang berjalan kontinue dibagi dalam interval pendek yang disebut Y . Y dibuat cukup pendek hingga laju perubahan dalam selang waktu tersebut dapat dianggap tetap sehingga keputusan yang dibuat pada awal interval tidak terpengaruh oleh perubahan yang terjadi dalam interval. Dengan demikian perubahan yang terjadi pada level dihitung pada akhir selang tersebut.

Misalkan urutan waktu berturut-turut : ABC



AB = Selang waktu antara A dan B

BC = Selang waktu antara B dan C

Besar AB = BC = Y

A = Tanda waktu satu selang sebelum B (terdahulu)

B = Waktu sekarang

C = Waktu satu selang setelah B (Akan datang)

Penangkapan ikan yang berlebihan akan menyebabkan populasi ikan menurun. Penangkapan ikan harus disesuaikan dengan tingkat reproduksi ikan sehingga kelestarian ikan dapat terjaga.

Populasi perikanan laut senantiasa berubah-ubah pada waktu yang berlainan sehingga dapat disebut sebagai sistem dinamis.

Perubahan nilai teknologi dan ekologi secara individu atau bersama-sama akan mempengaruhi sikap dan perbuatan manusia sehingga akan mempengaruhi populasi ikan di mana sistem perikanan ikan laut tidak lepas dari lingkungan sosialnya bahkan ada kaitan timbal balik. Oleh karena banyaknya faktor yang saling

berhubungan dan saling mempengaruhi juga cepatnya perubahan yang terjadi di dalam maupun di luar sistem perikanan ikan laut maka timbul kesulitan akan memperoleh kepastiaan berkenaan dengan penerapan suatu kebijaksanaan atau tindakan tertentu. Dalam hal ini akan berhadapan dengan ketidakpastian dan penuh dengan resiko.

Untuk memperkecil resiko yang akan dihadapi dalam pencapaian tujuan maka dibutuhkan informasi tentang apa yang terjadi dalam sistem perikanan laut jika diambil suatu kebijakan tertentu. Berdasarkan informasi-informasi ini maka dapatlah ditetapkan kebijaksanaan yang terbaik, namun karena hubungan antara faktor-faktor dalam sistem perikanan laut sangat dominan maka usaha untuk memperoleh kebijakan yang terbaik tidak memadai lagi sehingga dibutuhkan usaha-usaha yang sifatnya menyeluruh dan terpadu. Dengan usaha menyeluruh dan terpadu ini maka dapat dikenal perilaku dari sistem yang dimaksud berdasarkan pengenalan akan struktur dan mekanisme yang ada dalam sistem tersebut. Oleh karena itu maka perlu dibuat model yang disusun berdasarkan karakteristik informasi umpan balik sistem yang kemudian diterjemahkan dalam bentuk matematik. Dengan model ini dapat dilakukan percobaan-percobaan untuk memperoleh informasi tentang akibat penerapan kebijakan tertentu dengan biaya dan resiko yang rendah serta dalam waktu yang singkat.

Populasi perikanan di suatu perairan tergantung dari:

- a. Tingkat kelahiran.
- b. Tingkat kematian alami, predator, limbah, penyakit.
- c. Penangkapan ikan oleh manusia.
- d. Jumlah Nelayan

Tingkat kelahiran akan memperbesar populasi ikan dan sebaliknya tingkat kematian akan memperkecil populasi ikan. Besar populasi ikan dan jumlah permintaan akan ikan yang ada mempengaruhi jumlah nelayan. Dengan meningkatnya jumlah nelayan yang ada maka jumlah ikan yang di tangkap akan semakin besar dan populasi ikan akan menurun. Tingkat konsumsi masyarakat akan ikan tergantung dari tingkat pendapatan masyarakat.

Adapun subsistem dan pengembangan dari sistem perikanan ikan laut dapat di lihat pada penjelasan sebagai berikut:

a. Level Populasi Ikan (LI)

Besarnya populasi ikan yang ada pada suatu saat adalah besarnya populasi ikan semula ditambah dengan kelahiran dan dikurangi dengan kematian ikan dan penangkapan ikan selang waktu yang dimaksud.

$$LP.B = LP.A + [(RL.AB - RM.AB - RT.JK)] \dots \dots \dots (4.1)$$

Dimana

LP.B = Level populasi pada saat B (sekarang)

LP.A = Level populasi pada saat A (sebelumnya)

Y = Selang waktu antara A dan B

- RL.AB = Rate Kelahiran ikan dalam selang AB
- RM.AB = Rate kematian ikan dalam selang AB
- RT.AB = Rate penangkapan ikan dalam selang AB

Karena nilai dari kelahiran dan kematian mempunyai sifat yang dinamis dan tidak menentu maka dibentuklah suatu konstanta agar rate kematian dan rate kelahiran dapat ditentukan.

$$RLAB = \frac{\alpha (LP.B)}{Y} \qquad RM.AB = \frac{\beta (LP.B)}{Y} \dots\dots\dots(4.2)$$

- α = Faktor perubahan untuk kelahiran
- β = Faktor perubahan untuk kematian
- α, β = Konstanta (%)

b. Level Jumlah Nelayan

Besarnya jumlah nelayan yang ada pada suatu saat adalah besarnya jumlah nelayan semula ditambah dengan perubahan nelayan yang terjadi pada selang tertentu.

$$LN.B = LN.A + (RN.AB) \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana :

LN.B = Level Jumlah Nelayan selang waktu sekarang (B)

LN.A = Level Jumlah nelayan selang waktu lalu (A)

Dengan meningkatnya tingkat konsumsi masyarakat akan ikan menyebabkan banyak orang yang tertarik untuk menjadi nelayan tetapi hal ini

dapat terjadi jika jumlah ikan di laut yang ditangkap oleh nelayan lebih besar dari kemampuan nelayan (RN) sebab dengan demikian masih ada masih ada jumlah konsumsi masyarakat yang belum terpenuhi oleh nelayan yang ada sehingga orang-orang tertarik menjadi nelayan untuk memenuhi konsumsi masyarakat tersebut. Sebaliknya walaupun tingkat konsumsi masyarakat meningkat tetapi jika jumlah populasi ikan dilaut lebih kecil dari kemampuan nelayan yang ada (X) maka orang tidak tertarik untuk menjadi nelayan bahkan ada sebagian nelayan yang lama berhenti menjadi nelayan.

Selain kondisi diatas ternyata rate jumlah nelayan juga dipengaruhi dengan adanya jumlah usaha-usaha pengolahan ikan yang menjadi tempat penjualan serta persewaaan alat-alat yang dibutuhkan oleh nelayan, sehingga masyarakat yang mulanya tidak mau menjadi nelayan karena kesulitan akan modal untuk berlayar mencari ikan atau kesulitan untuk menentukan pangsa pasar sendiri untuk menjual ikan dapat terpenuhi. Hal ini dapat merangsang pertumbuhan jumlah nelayan

Kondisi seperti ini dapat digambarkan melalui persamaan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Nelayan} = \text{LJP} - \frac{\left(\frac{(\text{PI} \times \text{JT} \times \text{LK.A})}{\text{KN}} \right) - \text{LN.A}}{\text{Y} \times \text{LUB}} \dots\dots\dots(4.4)$$

Dimana:

LN.A =Jumlah nelayan masa lalu

LK.A = Level Tingkat Konsumsi

PI = Populasi Ikan

LU.B = Jumlah Usaha Pengolahan ikan

LJP = Level Jumlah Penduduk

Y = Selang Waktu

c. Level Tingkat Konsumsi

Besarnya tingkat konsumsi saat ini adalah besarnya jumlah tingkat pengkonsumsian ikan ditambah dengan perubahan jumlah tingkat konsumsi yang terjadi pada selang tertentu.

Kondisi seperti ini dapat dituliskan pada persamaan sebagai berikut:

$$LK.B = LK.A + (LK.AB) \dots \dots \dots (4.5)$$

d. Rate Tingkat Konsumsi

Tingkat konsumsi masyarakat tergantung dari pendapatan. Sebagian pendapatan dibelanjakan ikan. Perubahan tingkat pendapatan akan mengakibatkan perubahan tingkat konsumsi masyarakat akan ikan.

Hal seperti ini dapat dituliskan pada persamaan seperti berikut:

$$AP.AB = \frac{Z.(LP.J)}{K} \qquad RK = \frac{AP.AB}{Y} \dots \dots \dots (4.6)$$

Dimana :

AP.AB = Tingkat Perubahan (auxillary) pendapatan selang waktu tertentu.

Z = Konstanta pendapatan yang dibelanjakan untuk membeli ikan.

K = Harga ikan

Y = Selang Waktu

e. Level Tingkat Usaha Pengolahan Ikan

Besarnya tingkat konsumsi saat ini adalah besarnya jumlah pengolahan usaha ikan ditambah dengan perubahan jumlah pengolahan ikan yang terjadi pada selang tertentu.

Kondisi seperti ini dapat dituliskan pada persamaan sebagai berikut:

$$LU.B = LU.A + (LU.AB) \dots \dots \dots (4.7)$$

Dengan meningkatnya tingkat konsumsi masyarakat akan ikan menyebabkan banyak orang yang tertarik untuk membuka usaha terutama sebagai wadah penampungan dan pengolahan ikan (LU), tetapi hal ini dapat terjadi apabila tingkat konsumsi di kalangan masyarakat lebih besar dari penangkapan ikan yang dilakukan oleh nelayan serta jumlah penduduk yang akan mengkonsumsi ikan tersebut. Tidak semua penduduk yang mengkonsumsi ikan, maka dapat kita katakan jumlah penduduk yang mengkonsumsi ikan $(1-\gamma) \%$.

Maka kondisi seperti demikian dapat kita gambarkan melalui model persamaan seperti berikut:

$$LU.B = \frac{JP}{LK.B \times TP} \dots \dots \dots (4.8)$$

Dimana:

JP = Jumlah Penduduk

LK.B = Level Konsumsi ada saat ini

TP = Tingkat Pendapatan

g. Level Jumlah Produksi Perikanan laut di Selat Madura (LJP)

Besarnya level jumlah produksi perikanan laut di Selat Madura dipengaruhi oleh adanya hasil tangkapan perikanan yang ada. Dalam kasus ini hasil tangkapan adalah tangkapan ikan Lemuru, Ikan Japuh, ikan kembung dan ikan tongkol. Maka formula yang dipakai adalah :

$$LJP = HTJ + HTL + HTT + HTK \dots\dots\dots(4.9)$$

Dimana :

HTJ = Hasil Tangkapan Ikan Japuh

HTL = Hasil Tangkapan Ikan Lemuru

HTT = Hasil Tangkapan Ikan Tongkol

HTK = Hasil Tangkapan Ikan Kembung

h. Potensi Perikanan Laut di Selat Madura (LPP)

Besarnya level Potensi Perikanan laut di Selat Madura dipengaruhi dengan adanya Potensi ikan tangkap. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Level Potensi Perikanan Laut di Selat Madura} = PIL + PIJ + PIK + PIT \dots\dots(4.10)$$

Dimana:

PIL = Potensi Ikan Lemuru

PIJ = Potensi Ikan Japuh

PIK = Potensi Ikan Kembung

PIT = Potensi Ikan Tongkol

i. Stock Sumber Daya Perikanan Laut

Besarnya jumlah Level stock sumber daya perikanan laut adalah hasil pengurangan jumlah potensi lestari perikanan laut di selat madura dengan Jumlah produksi perikanan laut di selat madura. Sehingga secara matematis dapat di rumuskan seperti berikut:

$$\text{Level Stock Sumber Daya Perikanan Laut} = \text{LPP} - \text{LJP} \dots \dots \dots (4.11)$$

Dimana:

LPP = Level Potensi Perikanan

LJP = Level Jumlah Produksi

j. Jumlah Kapal (JK)

Didalam penentuan jumlah kapal kita perlu memperhatikan variabel-variabel yang mempengaruhinya. Adapun variabel-variabel yang mempengaruhi dari penentuan jumlah kapal ini adalah:

1. Variabel jumlah Nelayan (LN)
2. Variabel Jumlah Alat Tangkap (JAT)
3. Variabel kapasitas kapal (KK)
4. CPUE (*Catch Per Unit Effort*)
5. Stock Sumber Daya Perikanan Laut (SSD)

Sehingga dapat dirumuskan secara matematis adalah sebagai berikut:

$$JK = \frac{SSD}{KK + ((LN + JAT) \times CPUE)} \dots \dots \dots (4.12)$$

4.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapatkan melalui pengumpulan data primer yaitu dengan melakukan survei dan teknik wawancara dengan beberapa kelompok nelayan, pengumpulan data sekunder (data historis) yaitu Data Potensi Sumber Daya Ikan Laut dan Produksi Perikanan Laut di Wilayah Pengelolaan Perikanan Selat Madura serta Data Produksi Perikanan Laut di Probolinggo dan perairan sekitarnya. Selain itu juga dilakukan proses *brainstorming* dengan pihak-pihak yang terkait di objek penelitian seperti Dinas Perikanan, Kelautan dan Pertanian Probolinggo, Pusat Riset Teknologi Kelautan - Badan Riset Kelautan dan Perikanan Jawa Timur serta Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap Departemen Kelautan dan Perikanan Jakarta.

Adapun data-data yang dibutuhkan sebagai inputan dalam Permodelan Sistem Dinamik adalah Data Fluktuasi Hasil Perikanan Laut di Probolinggo serta di Selat Madura dan Data Potensi Perikanan Laut di Selat Madura.

Tabel 4.6
Fluktuasi Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Selat Madura.

No	Jenis Ikan	2000	2001	2002	2003	2004
1	Lemuru	10.814,84	11.692,86	18.892,31	19.068,68	25.293,96
2	Kembung	5.808,48	9.226,67	13.004,85	18.495,15	18.898,18
3	Japuh	4.943,43	7.980,30	9.888,38	13.081,82	14.396,46
4	Tongkol	5.106,95	5.502,14	9.195,67	10.951,34	13.006,95
5	Ikan Lain	69.330,98	87.500,69	81.356,01	77.075,06	84.461,71
Jumlah		96.004,69	121.902,65	132.337,22	138.672,05	156.057,26

(Sumber : Laporan Akhir Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur, 2004)

Tabel 4.7
Potensi Perikanan Laut di Selat Madura.

No	Jenis Ikan	2000	2001	2002	2003	2004
1	Lemuru	15.487,46	18.145,69	19.753,29	22.268,41	28.254,57
2	Kembung	7.421,26	10.253,57	16.259,73	20.165,68	24.568,42
3	Japuh	6.265,32	9.568,24	13.256,78	16.589,65	17.479,63
4	Tongkol	8.421,69	8.697,75	13.985,86	14.685,95	16.358,91
5	Ikan Lain	174.685,64	190.489,67	193.695,25	180.965,97	188.694,85
Jumlah		212.281,37	237.154,92	256.950,91	254.675,66	265.356,38

(Sumber : Laporan Akhir Dinas Perikanan dan Kelautan Jawa Timur, 2004)

4.5 Simulasi *Software Vensim*

Setelah penyusunan Diagram Alir Penentuan Jumlah Kapal telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi sesuai dengan model nyatanya dengan menggunakan salah satu *tool* di *Software Vensim 5.0*, yaitu *tool Run a Simulation*. Simulasi Model Awal ini dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai dari data yang telah didapatkan di objek penelitian yang berupa konstanta dan persamaan fungsi, jadi pada Simulasi Model Awal ini memodelkan kondisi riil penangkapan ikan laut yang terdapat di sistem nyata. Sedangkan lama *running* simulasi dilakukan selama 20 tahun yaitu dimulai tahun 2005 hingga tahun 2025.

Kemudian dilanjutkan dengan Penyusunan Skenario yang bertujuan untuk mengamati perubahan-perubahan sebagai akibat dari pengaruh variabel kontrol dan sensitivitas dari variabel-variabel eksogennya. Adapun indikator atau parameter yang nantinya akan di*adjustment* adalah Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan, CPUE Kapal, Fraksi Peningkatan Alat Tangkap, Fraksi *Profit Margin* Penangkapan Ikan dan Fraksi Kenaikan Harga Kapal, untuk lebih

jelasan dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini, yang membandingkan perubahan nilai konstanta pada model awal, skenario 1, 2, dan 3.

Tabel 4.9
Penyusunan Skenario dari Variabel Pengontrolnya.

Variabel Kontrol	Model Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
JTB	80 %	70 %	85%	100%
CPUE Kapal	4 Ton/Trip	3 Ton/Trip	5 Ton/Trip	6 Ton/Trip
Fraksi Perubahan Tingkat Konsumsi	10%	15%	20%	25%
Fraksi Perubahan kematian	50%	30%	70%	25%
Fraksi Perubahan Kelahiran	50%	70%	30%	75%
Fraksi Kemampuan Nelayan	0,2	0,3	0,1	0,4
Tempat Pengolahan Industri Ikan	2	1	3	4

4.6 Verifikasi dan Validasi Model

Untuk mengetahui dan memastikan kevalidan dari suatu model perlu dilakukan verifikasi model dan validasi model. Oleh karena itu peneliti mencoba melakukan verifikasi dan validasi model.

4.6.1 Verifikasi Model

Pada tahap ini, Verifikasi Model dilakukan untuk memastikan model telah berjalan sesuai dengan keinginan pembuat model. Dalam hal ini logika yang

dipakai apakah sudah berjalan sesuai dengan keinginan pembuat model. Verifikasi yang dilakukan dalam simulasi dilihat dari apakah program sudah berjalan dengan tidak ada kesalahan, dengan cara melakukan *running* simulasi.

Sebelum melakukan *running* simulasi, terlebih dahulu dilakukan pengecekan model dan unit. Pengecekan model dilakukan untuk melihat apakah persamaan matematis (*equation*) sudah benar, sedangkan pengecekan unit dilakukan untuk mengetahui apakah satuan yang digunakan sudah benar. Setelah itu baru melakukan *running* simulasi selama 20 tahun yaitu dimulai tahun 2005 hingga tahun 2025, maka dapat dilihat bahwa program dan model yang dikonseptualisasikan dalam diagram alir sudah berjalan dengan tidak ada *error*.

4.6.2 Validasi Model

Metode validasi yang digunakan dalam Permodelan Dinamik Penentuan Jumlah Kapal ini adalah metode kotak hitam (*Black Box Method*), (Yaman Barlas, 1989), yaitu dengan membandingkan nilai rata-rata dan nilai perbedaan amplitudo variansi antara hasil simulasi dan data aktual Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo antara tahun 1999 sampai tahun 2003.

Untuk membandingkan nilai rata-rata digunakan rumus :

$$E_1 = \frac{|\bar{S} - \bar{A}|}{|\bar{A}|}$$



Dimana :

$$\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i$$

$$\bar{A} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i$$

S = hasil simulasi

A = data aktual

N = jumlah data

Dinyatakan valid apabila nilai $E_1 \leq 0.1$

Perhitungannya disajikan pada tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.10
Perhitungan Nilai E_1 .

Tabun	S	A	(S-S)/A
200	3064	2767	0,1
2001	1477	1333	0,1
2002	2530	2284	0,1
2003	2890	2609	0,1
2004	2708	2445	0,1
Rata-Rata	2534	2288	0,1

Karena nilai $E_1 = 0.1$, maka Permodelan Dinamik Penentuan Jumlah Kapal yang beroperasi untuk melakukan penangkapan ikan ini dinyatakan valid.

BAB V

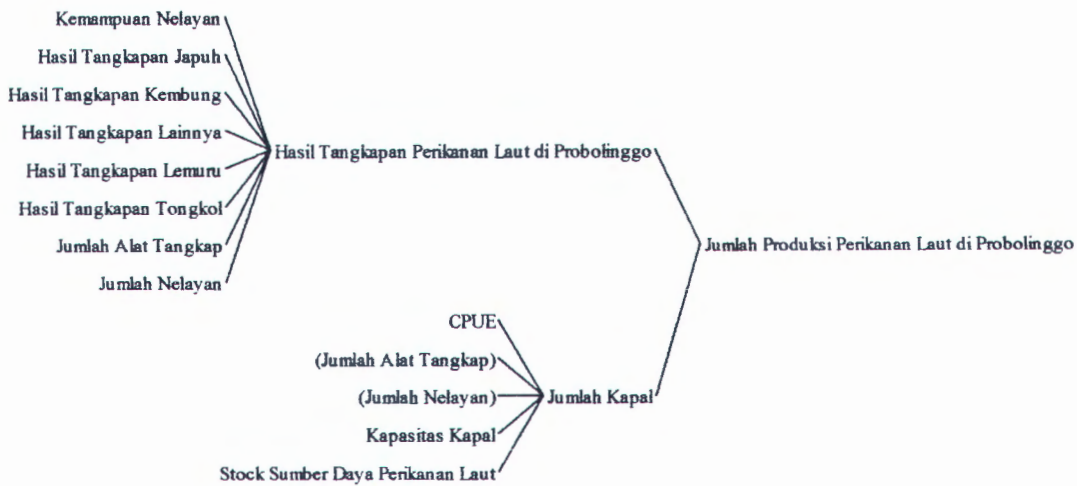
ANALISA DAN INTERPRETASI

Setelah seluruh langkah-langkah pada Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data dilakukan, maka dilanjutkan dengan Tahap Analisa dan Interpretasi. Guna memperjelas analisa yang akan dilakukan, maka tahap ini dijelaskan sesuai dengan langkah-langkah yang dilakukan dalam Metodologi Penelitian.

5.1 *Analisa Causal Loop Diagram*

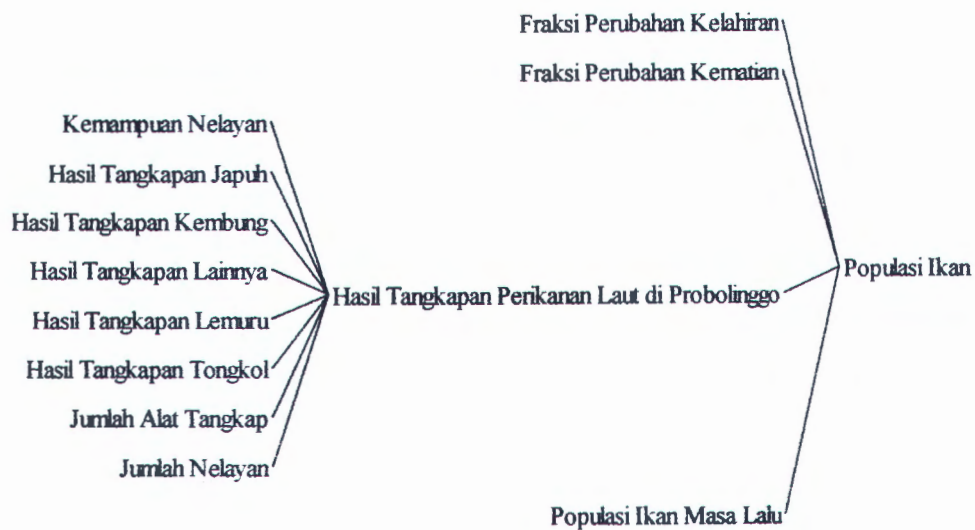
Causal Loop Diagram adalah alat bantu yang berguna untuk memudahkan dalam melakukan permodelan dan simulasi sebelum menyusun Diagram Alir. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, di dalam *Causal Loop Diagram* dan Diagram Alir yang terdapat di sketsa *Software Vensim*, terdapat keterkaitan hubungan antara beberapa variabel yang sudah diakomodasi di *Software Vensim* yaitu melalui *Causes Tree Diagram*

Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo dipengaruhi oleh variabel-Hasil Tangkapan Perikanan laut di Probolinggo, Sedangkan hasil tangkapan perikanan laut di Probolinggo dipengaruhi oleh hasil tangkapan Ikan Tongkol, Ikan Japuh, Ikan Lemuru, ikan kembung, jumlah nelayan, kemampuan nelayan, jumlah alat tangkap dan jumlah kapal . Hal ini dapat dilihat dari tabel 5.1.



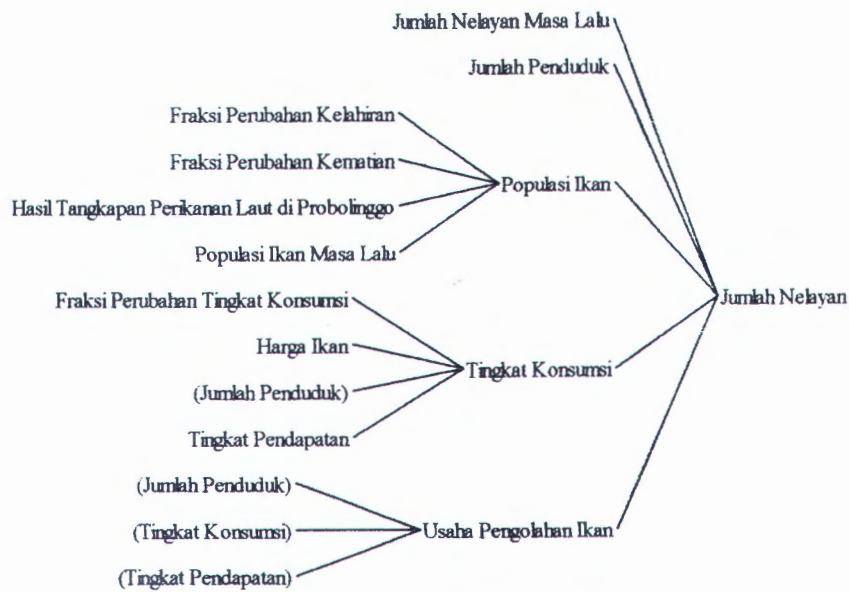
Gambar 5.1
Causes Tree Diagram Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo.

Populasi ikan dipengaruhi oleh adanya kematian dan kelahiran dari ikan. Untuk menentukan kelahiran dan kematian ikan diperlukan suatu fraksi atau konstanta penentu kelahiran dan kematian ikan. Selain itu populasi ikan dipengaruhi oleh hasil tangkapan perikanan laut di probolinggo. Gambaran ini dapat dilihat pada tabel 5.2



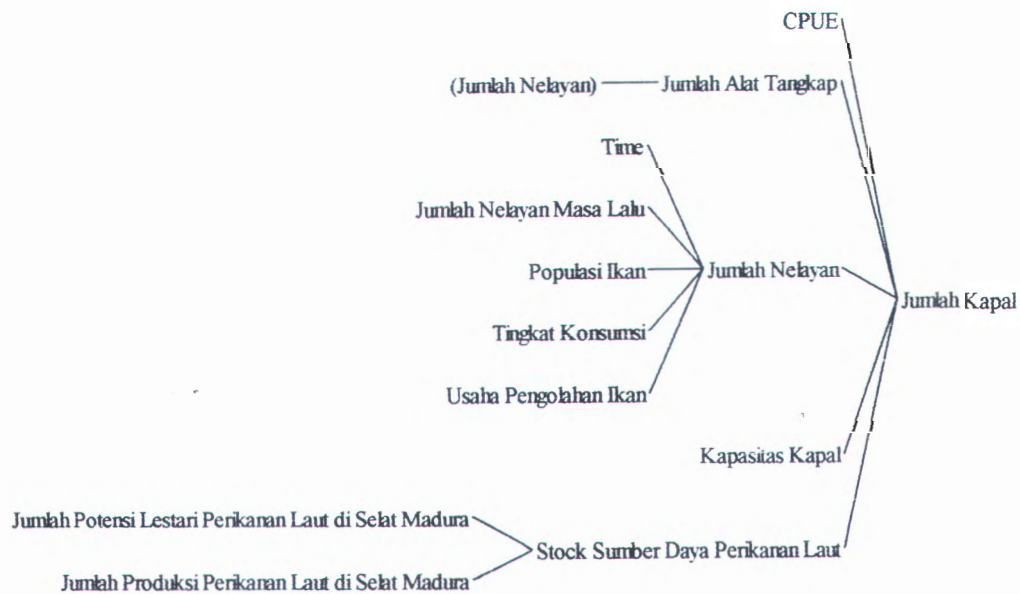
Gambar 5.2
Causes Tree Diagram Populasi Ikan.

Untuk penentuan jumlah nelayan dipengaruhi oleh adanya variabel-variabel seperti variabel Jumlah nelayan masa lalu, Populasi ikan, Tingkat konsumsi, dan usaha pengolahan ikan. Sedangkan untuk tingkat konsumsi ikan dipengaruhi oleh adanya harga ikan, Jumlah Penduduk dan Tingkat Pendapatan. Untuk variabel usaha pengolahan ikan dipengaruhi oleh adanya Jumlah penduduk dan tingkat pendapatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.3.



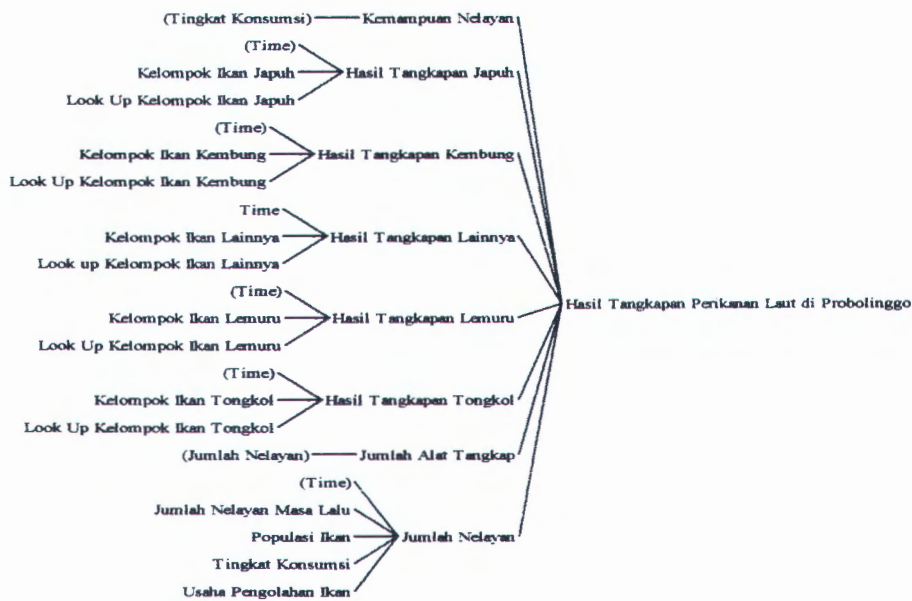
Gambar 5.3
Causes Tree Diagram Jumlah Nelayan

Untuk penentuan jumlah kapal diperlukan variabel-variabel seperti variabel CPUE (*Catch Per Unit Effort*), Variabel Jumlah Alat Tangkap, Variabel Kapasitas Kapal, dan Variabel Stock Sumber Daya Perikanan Laut. Sedangkan variabel jumlah alat tangkap dipengaruhi oleh adanya jumlah nelayan. Dan untuk variabel Stock Sumber Daya perikanan Laut dipengaruhi oleh adanya Jumlah Potensi Lestari Perikanan Laut Di Selat Madura dan Jumlah Produksi Perikanan Laut Di Selat Madura. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5.4



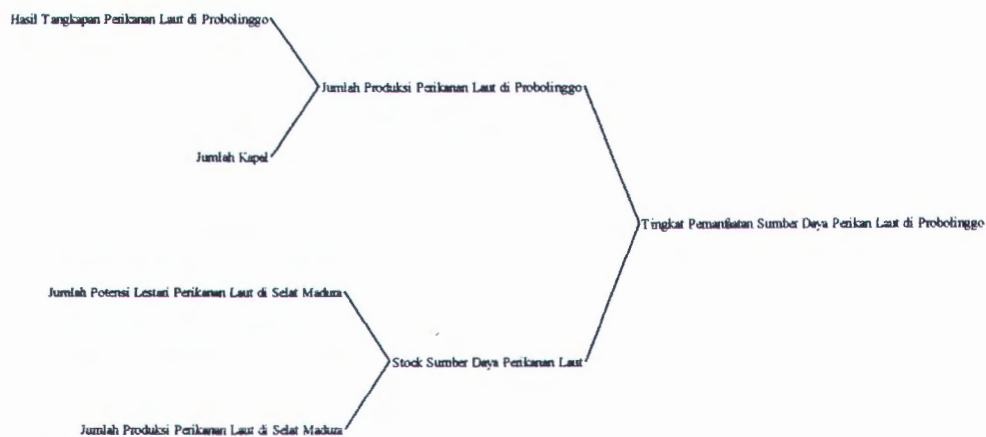
Gambar 5.4
Causes Tree Diagram Jumlah Kapal.

Untuk penentuan jumlah hasil tangkapan ikan yang terjadi di Probolinggo dipengaruhi oleh variabel-variabel hasil tangkapan ikan yang terjadi, jumlah alat tangkap, Kemampuan dan jumlah nelayan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5
***Causes Tree Diagram* Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Probolinggo**

Untuk mengetahui variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di probolinggo dapat dilihat pada gambar 5.6. Tingkat pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di Probolinggo dipengaruhi oleh Stock sumber daya perikanan laut dan Jumlah produksi perikanan laut di probolinggo. Stock sumber daya perikanan laut itu dipengaruhi adanya jumlah potensi perikanan laut di Selat Madura dan Jumlah perikanan laut di selat madura. Sedangkan jumlah produksi perikanan laut di Probolinggo dipengaruhi oleh variabel hasil tangkapan perikanan laut di probolinggo dan jumlah kapal.

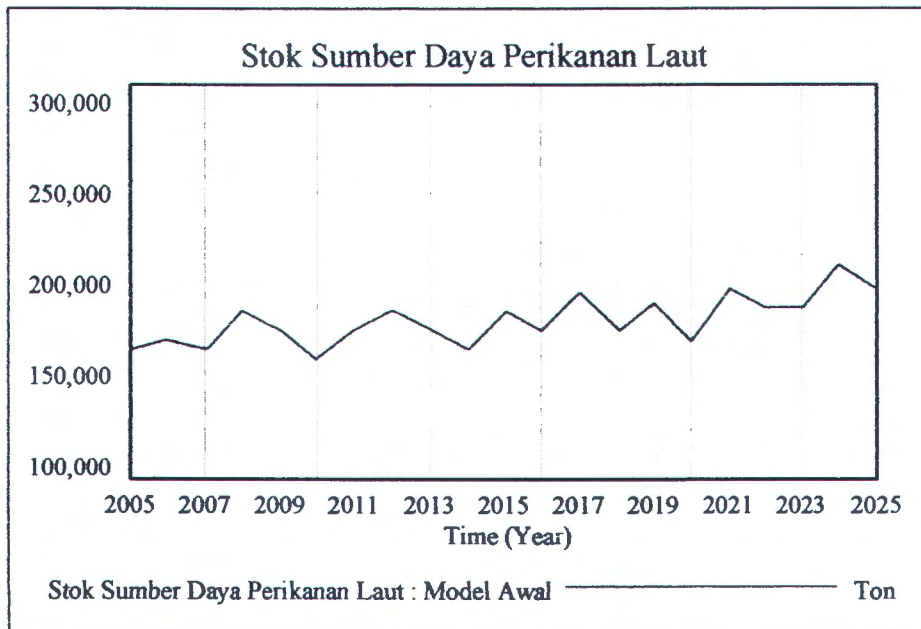


Gambar 5.6
Tingkat pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di Probolinggo

5.2 Analisa Hasil Simulasi Model Awal

Simulasi Model Awal ini dilakukan dengan cara memperlakukan model sesuai dengan kondisi riil pada sistem nyata, artinya data-data yang didapat di objek penelitian dimasukkan ke dalam permodelan, dengan melakukan running yang dimulai tahun 2005 hingga 2025. Pada Gambar 5.7 menggambarkan fluktuasi Stock SDI Laut di Selat Madura dimana pada tahun 2005 diperkirakan sebesar 164.000 ton dan di tahun terakhir sebesar 197.000 ton, sedangkan fluktuasi tertinggi diprediksi terjadi pada tahun 2024 sebesar 217.000 ton dan terendah pada tahun 2010 sebesar 159.000 ton. Dalam stock Sumber Daya Perikanan Laut cenderung stabil. Hal ini dikarenakan Penangkapan ikan di selat Madura juga stabil dan konstan meningkat dan hal ini diimbangi dengan tingkat kelahiran populasi ikan yang cenderung meningkat pula. Namun terkadang

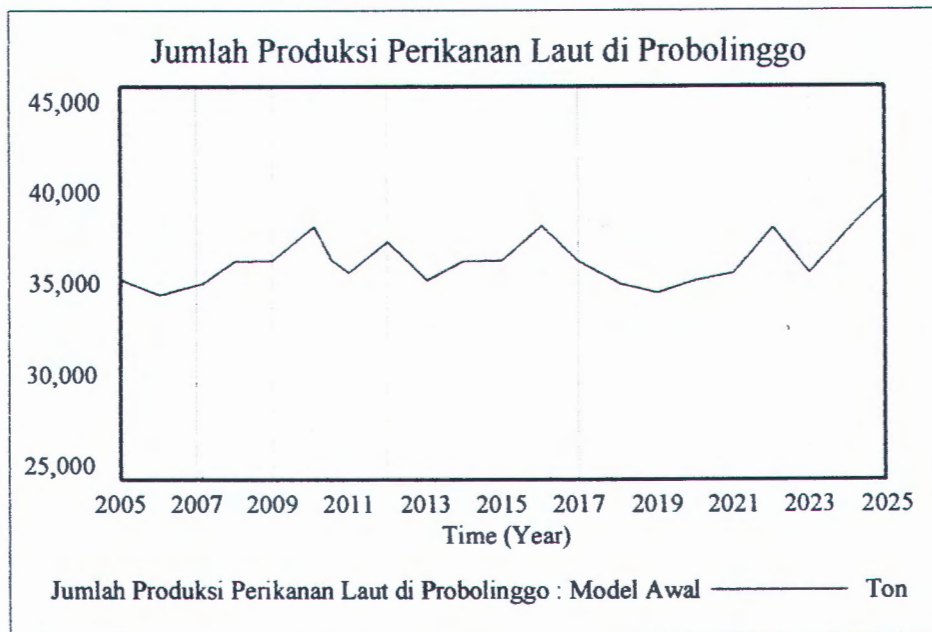
jumlah stock ikan turun hal ini diakibatkan adanya penangkapan ikan yang besar atau tingkat kelahiran ikan yang menurun sedangkan tingkat kematian dan tingkat penangkapannya meningkat.



Gambar 5.7
Stok Sumber Daya Perikanan laut

Sedangkan fluktuasi Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo disajikan pada Gambar 5.8 di bawah ini, dimana pada tahun 2005 diperkirakan sekitar 35.025 ton dan di tahun terakhir simulasi diperkirakan sekitar 38.985 ton. Dan fluktuasi tertinggi diprediksi terjadi pada tahun 2016 yaitu 37.426 ton dan fluktuasi terendah diperkirakan terjadi pada tahun 2019 sebesar 34.983 ton. Penurunan yang terjadi pada jumlah produksi perikanan laut di probolinggo diakibatkan jumlah kapal yang beroperasi pada saat itu mengalami pengurangan penurunan. Jumlah produksi perikanan laut di probolinggo dipengaruhi oleh dua

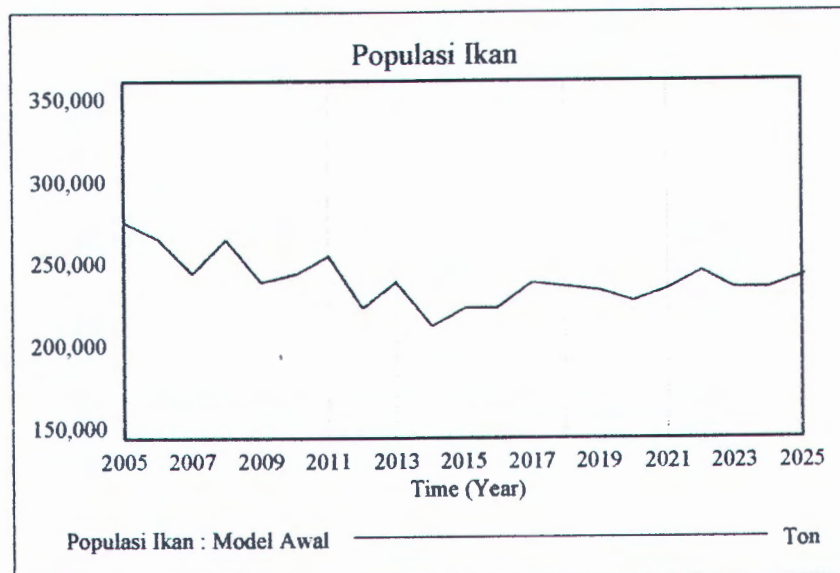
hal yaitu hasil tangkapan yang didapat dan jumlah kapal yang beroperasi di lautan.



Gambar 5.8
Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo

Untuk tingkat populasi ikan yang ada di perairan selat Madura dapat dilihat pada gambar 5.9. Pada awal simulasi yaitu tahun 2005 dapat diprediksikan populasi ikan sejumlah 269.000 ton. Dan pada akhir simulasi yaitu tahun 2025 diprediksikan sebesar 247.572 ton. Hal ini dikarenakan adanya pengeksploitasian penangkapan ikan yang dilakukan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Sedangkan populasi masa lalu juga mengalami mfluktuasi sehingga jumlah populasi ikan pada saat sekarang juga mengalami fluktuasi. Di dalam perkembangan tingkat populasi ikan ini mengalami fluktuasi yaitu fluktuasi tertinggi pada tahun 2005 dengan tingkat populasi ikan sebesar 281.298 ton

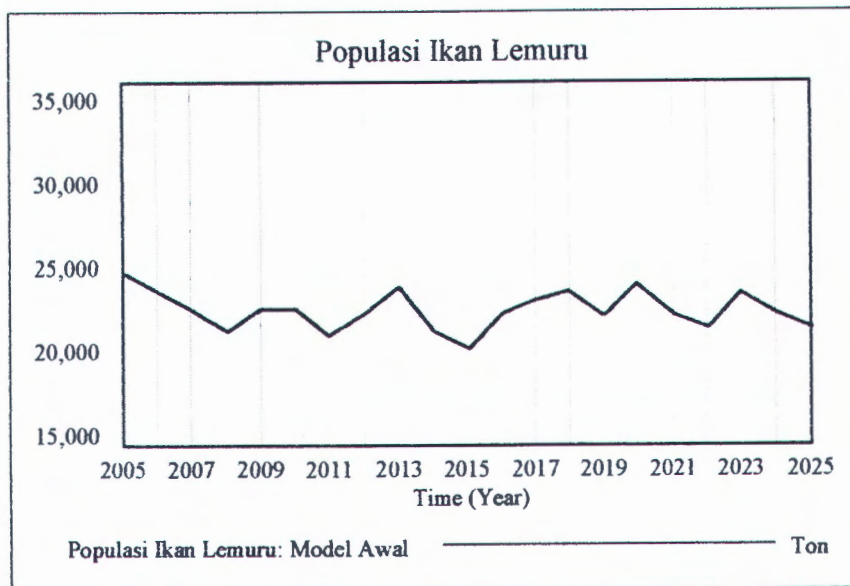
sedangkan pada tahun 2014 mengalami tingkat fluktuasi yang terendah yaitu sebesar 219.129 ton.



Gambar 5.9
Populasi Ikan

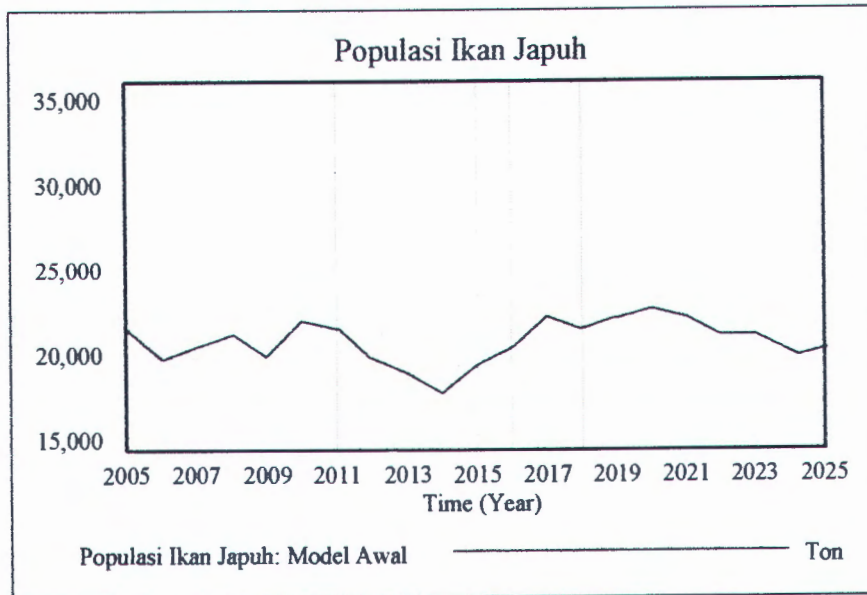
Di dalam penelitian ini juga membahas populasi 4 (empat) jenis ikan yang paling sering tertangkap oleh para nelayan yaitu ikan lemuru, ikan Japuh, ikan tongkol dan ikan kembung. Untuk jenis ikan diluar keempat ikan yang disebutkan, dimasukkan kedalam ikan lainnya. Maka masing-masing populasi ikan tersebut akan dibahas juga.

Untuk Populasi ikan lemuru dapat dilihat pada gambar 5.10. Pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 24.823 ton dan pada akhir simulasi (Tahun 2025) diprediksikan sebesar 23.096 ton. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan lemuru ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun 2013 sebesar 23.891 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2005 sebesar 24.096 ton.



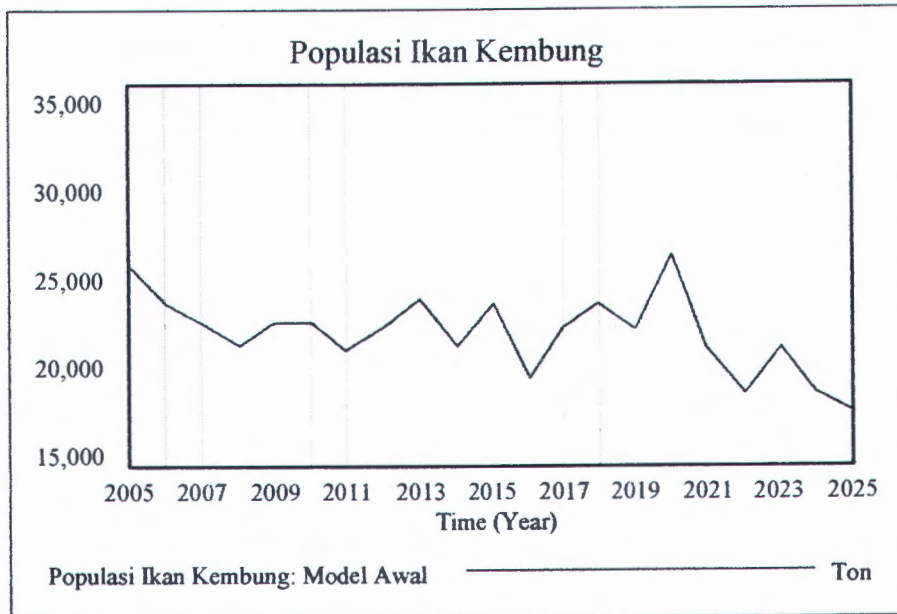
Gambar 5.10
Populasi Ikan Lemuru

Sedangkan Populasi Ikan Japuh dapat dilihat pada gambar 5.11. Pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 22.436 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 20.126. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan japuh ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun 2014 sebesar 18.893 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2020 sebesar 23.731 ton.



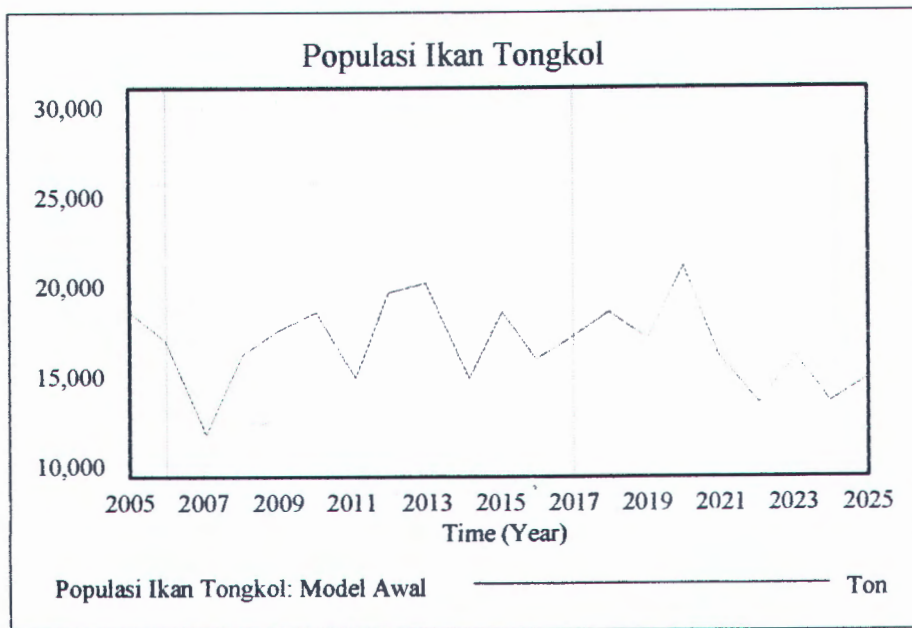
Gambar 5.11
Populasi Ikan Japuh

Untuk Populasi Ikan Kembung dapat dilihat pada gambar 5.12. Pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 25.268 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 17.647 ton. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan kembung ini mengalami flukiasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan sama dengan akhir simulasi yaitu pada tahun 2025 dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2020 sebesar 26.206 ton.



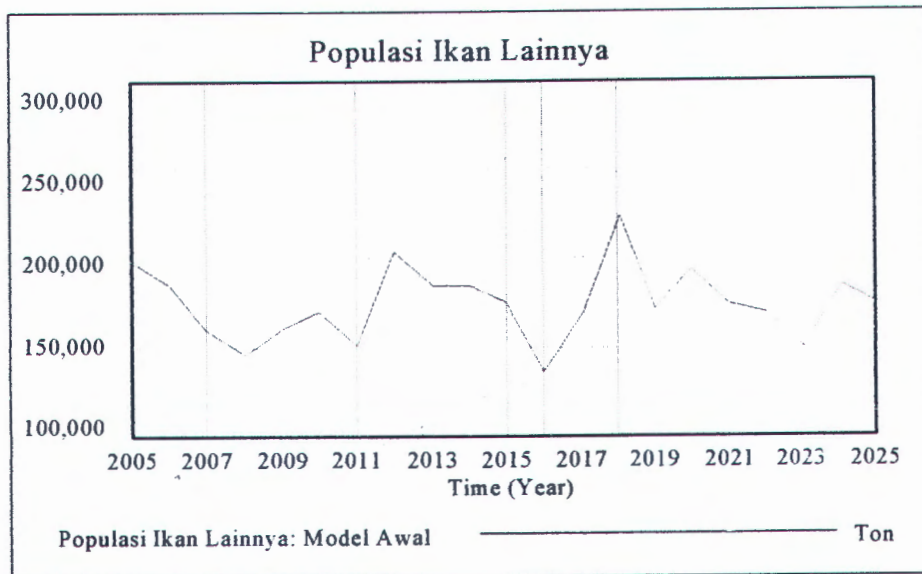
Gambar 5.12
Populasi Ikan Kembung

Untuk Populasi Ikan Tongkol dapat dilihat pada gambar 5.13. Pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 17.289 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 15.000 ton. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan tongkol ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun 2007 sebesar 12.831 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2020 sebesar 20.572 ton.



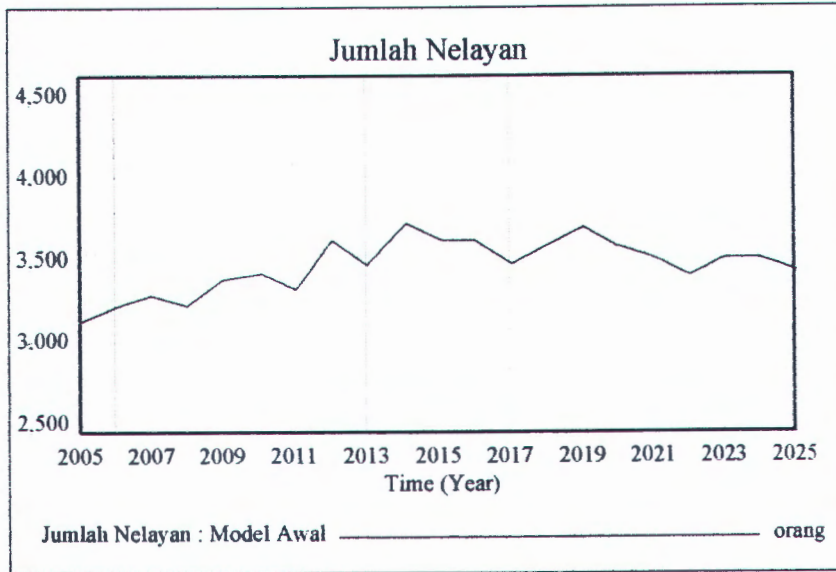
Gambar 5.13
Populasi Ikan Tongkol

Sedangkan Populasi Ikan lainnya dapat dilihat pada gambar 5.14. Pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 199.592 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 175.854 ton Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan lainnya ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun 2016 sebesar 237.598 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2018 sebesar 231.578 ton.



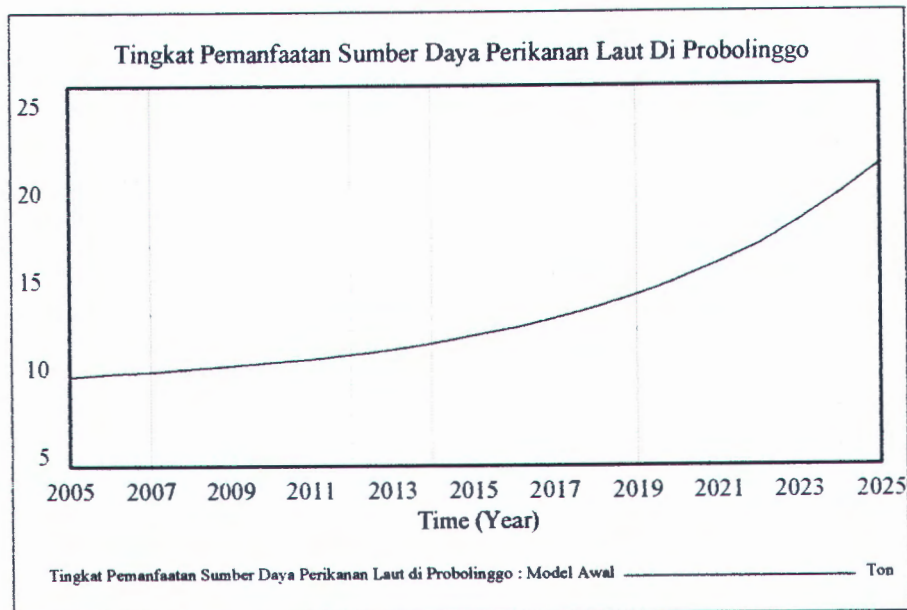
Gambar 5.14
Populasi Ikan Lainnya

Untuk mengetahui tingkat perkembangan jumlah nelayan dapat dilihat melalui gambar 5.15. Pada awal tahun simulasi didapat sekitar 3.189 nelayan dan ini terus berkembang dan pada akhir simulasi didapat sekitar 3.426 nelayan. Jumlah nelayan tertinggi terdapat pada tahun 2014 yaitu sebesar 3.612 orang dan jumlah nelayan terendah terdapat pada tahun 2005 yaitu sebesar 3.189 orang. Fluktuasi yang terjadi pada jumlah nelayan disini diakibatkan perkembangan tingkat konsumsi, perubahan hasil tangkapan serta jumlah tempat pengilangan ikan. Pada pembicaraan sebelumnya Jumlah nelayan ini dipengaruhi adanya variabel-variabel penyusun sistemnya (lihat analisa *causal loop*).



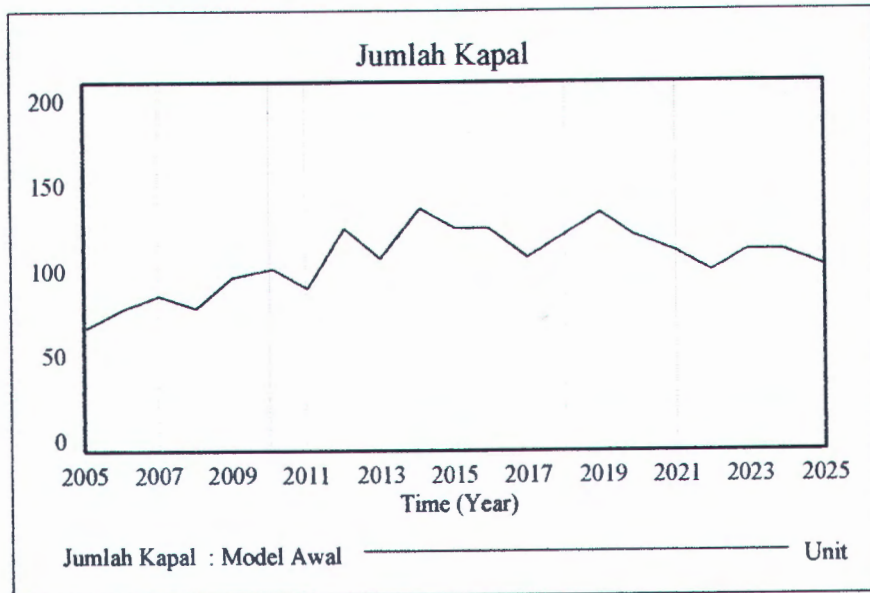
Gambar 5.15
Jumlah Nelayan

Sedangkan untuk mengetahui tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan laut di Probolinggo dapat kita lihat pada gambar 5.16. didalam awal simulasi yaitu pada tahun 2005 terlihat tingkat pemanfaatan perikanan di Probolinggo sebesar 9,8 ton pertahunnya dan diakhir simulasi yaitu tahun 2025 sebesar 21,36 ton



Gambar 5.16
Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di Probolinggo

Untuk perkembangan Jumlah Kapal dipengaruhi adanya perkembangan jumlah alat tangkap, jumlah nelayan, kapasitas kapal, stock sumber daya perikanan laut. Jika variabel-variabelnya mengalami fluktuasi maka jumlah kapal yang beroperasi di perairan juga akan mengalami fluktuasi pula. Gambaran ini dapat dilihat pada Gambar 5.18 di bawah ini. Perkembangan jumlah kapal yang tertinggi diprediksikan terdapat pada tahun 2014 yaitu sebesar 137 kapal sedangkan untuk yang terendah yaitu pada awal simulasi yaitu pada tahun 2005 sebesar 64 buah kapal.



Gambar 5.17
Jumlah Kapal

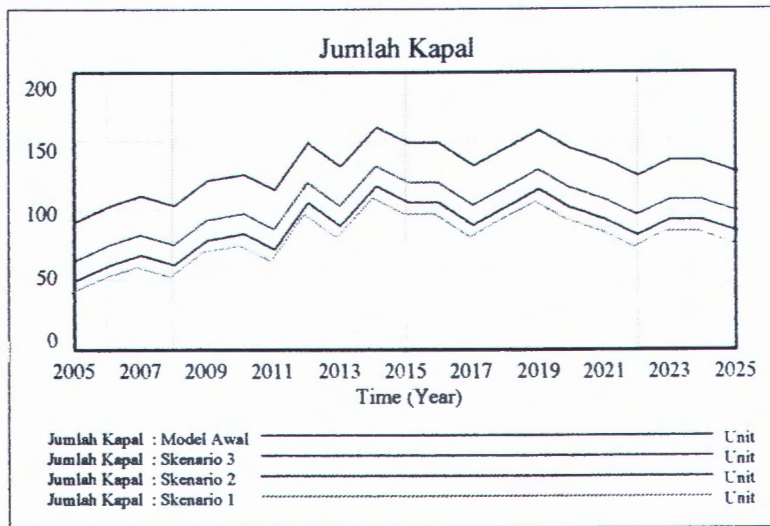
5.3 Analisa Hasil Simulasi Model Skenario

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa indikator atau parameter yang nantinya akan *diadjustment* sesuai dengan tabel penyusunan skenario. Adapun yang menjadi indikator atau parameter tersebut adalah Jumlah tangkapan yang diperbolehkan, CPUE kapal, Fraksi perubahan tingkat konsumsi, Fraksi perubahan kematian, fraksi perubahan kelahiran, dan fraksi kemampuan nelayan. Skenario ini kami tampilkan kembali pada tabel 5.1

Tabel 5.1
Penyusunan Skenario dari Variabel Pengontrolnya.

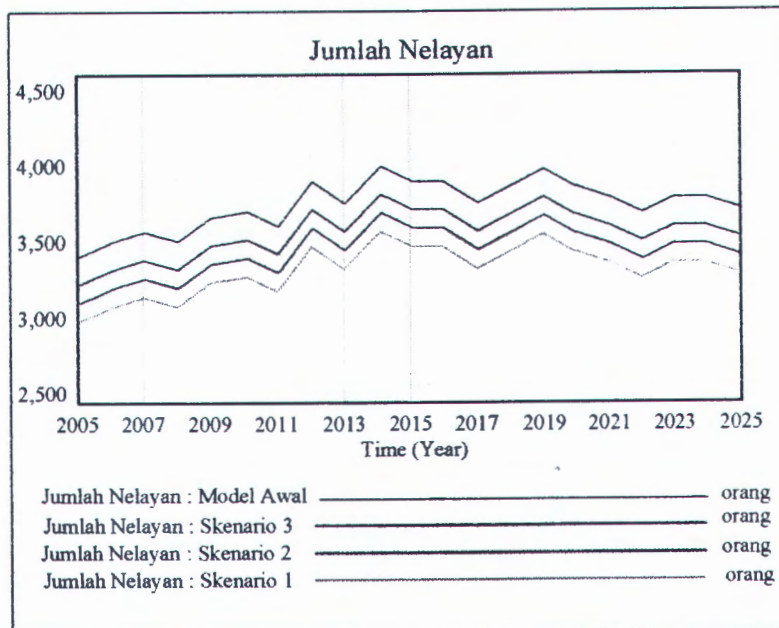
Variabel Kontrol	Model Awal	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
JTB	80 %	70 %	85%	100%
CPUE Kapal	4 Ton/Trip	3 Ton/Trip	5 Ton/Trip	6 Ton/Trip
Fraksi Perubahan Tingkat Konsumsi	10%	5%	20%	17%
Fraksi Perubahan kematian	50%	30%	70%	25%
Fraksi Perubahan Kelahiran	50%	70%	30%	75%
Fraksi Kemampuan Nelayan	0,2	0,3	0,1	0,4
Tempat Pengolahan Industri Ikan	2	1	3	4

Pada Gambar 5.18 tampak bahwa dengan menggunakan skenario 1 didapatkan jumlah kapal optimum sebesar 137 unit kapal pada tahun 2014, 148 unit kapal pada skenario 2, dan 162 unit kapal pada skenario 3. Hal ini berarti bahwa dengan penurunan nilai *Catch per Unit Effort* dari Kapal menjadi 3 ton/trip maka dibutuhkan armada yang lebih besar lagi untuk melakukan aktifitas penangkapan ikan laut.



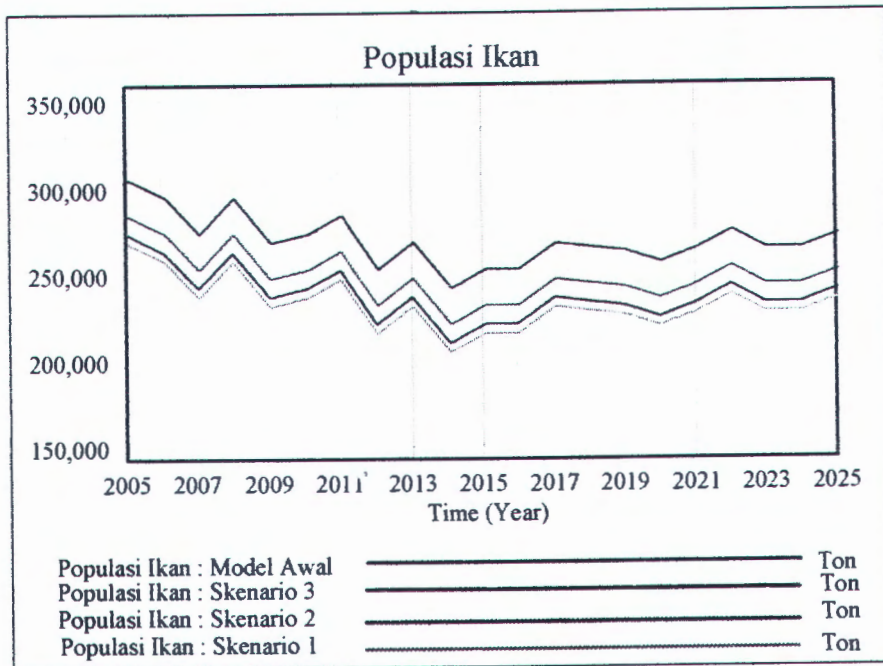
Gambar 5.18
Jumlah Kapal Hasil Skenario.

Sedangkan pada Gambar 5.19. Jumlah Nelayan Terbesar pada tahun 2014 adalah dengan menggunakan skenario 3 yaitu sebesar 3.896 orang, 3.661 orang pada skenario 2 dan 3.512 pada skenario 1. Hal ini membuktikan bahwa dengan peningkatan jumlah unit usaha dan fraksi konsumsi pada masyarakat dapat meningkatkan jumlah nelayan. Pada gambar 5.19 jumlah nelayan terus menerus konstan bertambah. Hal ini memberikana dampak pada penambahan kapal. Sehingga bisa dikatakan dalam 1 jumlah kapal terdapat 15 - 20 orang nelayan.



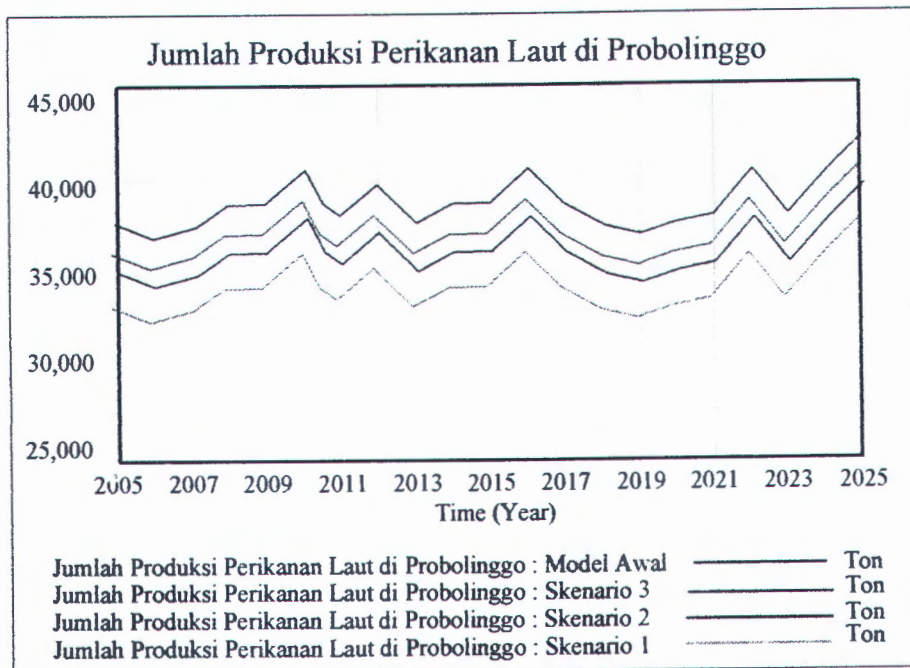
Gambar 5.19
Jumlah Nelayan Hasil Skenario

Untuk perkembangan populasi ikan dapat dilihat pada gambar 5.20. Perkembangan populasi ikan yang terbesar terjadi pada tahun 2008 di skenario 3 yaitu sebesar 2.876 ton, pada skenario 2 sebesar 2.615 ton, dan pada skenario 1 sebesar 2.543 ton, hal ini menunjukkan bahwa perubahan kenaikan pada fraksi kelahiran dan penurunan pada fraksi kematian sangat mempengaruhi tingkat perkembangan populasi ikan.



Gambar 5.20
Populasi Ikan hasil Skenario

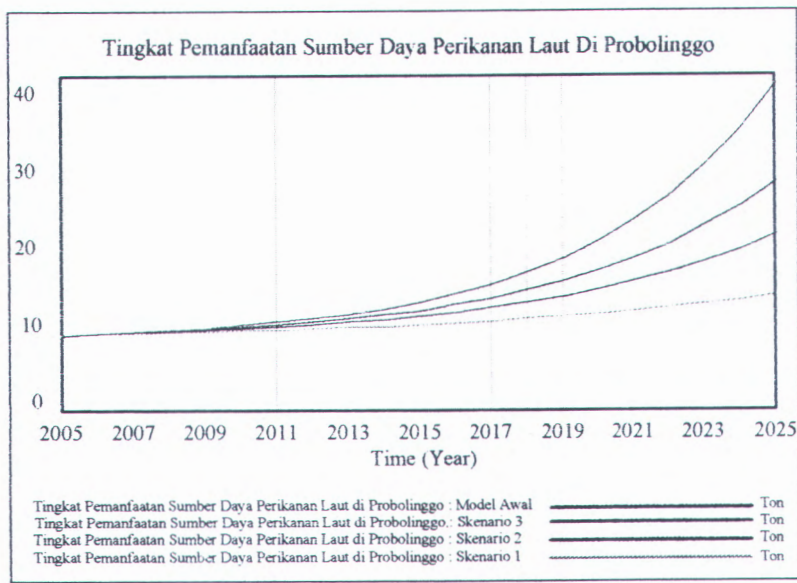
Untuk perkembangan Jumlah Produksi Perikanan Laut dapat dilihat pada gambar 5.21. Perkembangan Jumlah Produksi Perikanan Laut Di Probolinggo yang terbesar terjadi pada tahun 2016 di skenario 3 yaitu sebesar 4.086 ton, pada skenario 2 sebesar 3.865 ton, dan pada skenario 1 sebesar 3.736 ton, hal ini membuktikan bahwa kenaikan jumlah trip pada CPUE dan kenaikan tingkat kemampuan nelayan dapat meningkatkan jumlah produksi perikanan laut di Probolinggo.



Gambar 5.21
Jumlah Produksi Perikanan Laut Di Probolinggo Hasil Skenario

Dan yang terakhir adalah tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan laut di probolinggo yang terlihat pada tabel 5.22. Perkembangan tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan laut di probolinggo pada tingkat terbesar terdapat pada tahun 2025 pada skenario 3 terlihat sebesar 38,7 ton , pada skenario 2 sebesar 27,6 ton, dan pada skenario 1 sebesar 13,7 ton. Hal ini membuktikan bahwa seiring dengan meningkatnya jumlah produksi perikanan dapat meningkatkan tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan laut di probolinggo dengan catatan bahwa pemanfaatan stock sumber daya perikanan laut dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya. Untuk meningkatkan jumlah produksi perikanan adalah

meningkatkan jumlah kapal yang beroperasi di laut serta meningkatkan hasil tangkapan ikan.



Gambar 5.21
Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Laut di Probolinggo

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Kemudian pemberian rekomendasi bagi objek penelitian, sehingga dapat bermanfaat bagi objek penelitian.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam Penelitian Tesis ini adalah sebagai berikut.

1. Fluktuasi Stock SDI Laut di Selat Madura dimana pada tahun 2005 diperkirakan sebesar 164.000 ton dan di tahun terakhir sebesar 197.000 ton, sedangkan fluktuasi tertinggi diprediksi terjadi pada tahun 2024 sebesar 217.000 ton dan terendah pada tahun 2010 sebesar 159.000 ton. Dalam stock Sumber Daya Perikanan Laut cenderung stabil. Hal ini dikarenakan Penangkapan ikan di selat Madura juga stabil dan konstan meningkat dan hal ini diimbangi dengan tingkat kelahiran populasi ikan yang cenderung meningkat pula. Namun terkadang jumlah stock ikan turun hal ini diakibatkan adanya penangkapan ikan yang besar atau tingkat kelahiran ikan yang menurun sedangkan tingkat kematian dan tingkat penangkapannya meningkat.
2. Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo disajikan pada Gambar 5.8 di bawah ini, dimana pada tahun 2005 diperkirakan sekitar 35.025 ton dan di tahun terakhir simulasi diperkirakan sekitar 38.985 ton. Dan fluktuasi tertinggi diprediksi terjadi pada tahun 2016 yaitu 37.426 ton dan fluktuasi terendah

diperkirakan terjadi pada tahun 2019 sebesar 34.983 ton. Penurunan yang terjadi pada jumlah produksi perikanan laut di probolinggo diakibatkan jumlah kapal yang beroperasi pada saat itu mengalami pengurangan penurunan. Jumlah produksi perikanan laut di probolinggo dipengaruhi oleh dua hal yaitu hasil tangkapan yang didapat dan jumlah kapal yang beroperasi di lautan.

3. Populasi ikan yang ada di perairan selat madura dapat dilihat pada gambar 5.9. Pada awal simulasi yaitu tahun 2005 dapat diprediksikan populasi ikan sejumlah 269.000 ton. Dan pada akhir simulasi yaitu tahun 2025 diprediksikan sebesar 247.572 ton. Hal ini dikarenakan adanya pengeksploitasian penangkapan ikan yang dilakukan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Sedangkan populasi masa lalu juga mengalami fluktuasi sehingga jumlah populasi ikan pada saat sekarang juga mengalami fluktuasi. Di dalam perkembangan tingkat populasi ikan ini mengalami fluktuasi yaitu fluktuasi tertinggi pada tahun 2005 dengan tingkat populasi ikan sebesar 281.298 ton sedangkan pada tahun 2014 mengalami tingkat fluktuasi yang terendah yaitu sebesar 219.129 ton.
4. Untuk populasi ikan lemuru . Pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 26.823 ton dan pada akhir simulasi (Tahun 2025) diprediksikan sebesar 20.096 ton. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan lemuru ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun 2016 sebesar 18.691 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2020 sebesar 27.364 ton.

5. Untuk Populasi Ikan Japuh pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 17.436 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 17.026. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan japuh ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun 2012 sebesar 16.893 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2016 sebesar 24.731 ton.
6. Untuk populasi ikan kembung pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 25.268 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 17.647 ton. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan kembung ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan sama dengan akhir simulasi yaitu pada tahun 2025 dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2020 sebesar 26.206 ton.
7. Populasi Ikan Tongkol pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 17.289 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 15.000 ton. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan tongkol ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun 2007 sebesar 12.831 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2020 sebesar 20.572 ton.
8. Populasi Ikan lainnya pada awal simulasi (tahun 2005) diprediksikan sebesar 199.592 ton dan pada akhir simulasi (tahun 2025) diprediksikan sebesar 175.854 ton. Sama seperti populasi ikan secara keseluruhan, populasi ikan lainnya ini mengalami fluktuasi. Fluktuasi yang terendah diprediksikan terjadi pada tahun

2016 sebesar 237.598 ton dan fluktuasi yang tertinggi terjadi pada tahun 2018 sebesar 231.578 ton.

9. Untuk mengetahui tingkat perkembangan jumlah nelayan dapat dilihat melalui gambar 5.15. Pada awal tahun simulasi didapat sekitar 3.189 nelayan dan ini terus berkembang dan pada akhir simulasi didapat sekitar 3.426 nelayan. Jumlah nelayan tertinggi terdapat pada tahun 2014 yaitu sebesar 3.612 orang dan jumlah nelayan terendah terdapat pada tahun 2005 yaitu sebesar 3.189 orang. Fluktuasi yang terjadi pada jumlah nelayan disini diakibatkan perkembangan tingkat konsumsi, perubahan hasil tangkapan serta jumlah tempat pengilangan ikan. Pada pembicaraan sebelumnya Jumlah nelayan ini dipengaruhi adanya variabel-variabel penyusun sistemnya (lihat analisa *causal loop*).
10. Tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan laut di Probolinggo pada awal simulasi yaitu pada tahun 2005 terlihat tingkat pemanfaatan perikanan di Probolinggo sebesar 9,8 ton pertahunnya dan diakhir simulasi yaitu tahun 2025 sebesar 21,36 ton
11. Untuk perkembangan Jumlah Kapal dipengaruhi adanya perkembangan jumlah alat tangkap, jumlah nelayan, kapasitas kapal, stock sumber daya perikanan laut. Jika variabel-variabelnya mengalami fluktuasi maka jumlah kapal yang beroperasi di perairan juga akan mengalami fluktuasi pula. Gambaran ini dapat dilihat pada Gambar 5.18 di bawah ini. Perkembangan jumlah kapal yang tertinggi diprediksikan terdapat pada tahun 2014 yaitu sebesar 137 kapal

sedangkan untuk yang terdah yaitu pada awal simulasi yaitu pada tahun 2005 sebesar 64 buah kapal.

12. Pada penentuan jumlah kapal dengan menggunakan skenario 1 didapatkan jumlah kapal optimum sebesar 188 unit kapal pada tahun 2005, 168 unit kapal pada skenario 2, dan 150 unit kapal pada skenario 3. Sedangkan pada tahun 2025 didapatkan jumlah kapal optimum sebesar 22 unit kapal pada skenario 1, 5 unit kapal pada skenario 2, dan 3 unit kapal pada skenario 3. Hal ini berarti bahwa dengan penurunan nilai *Catch per Unit Effort* dari Kapal menjadi 3 ton/trip maka dibutuhkan armada yang lebih besar lagi untuk melakukan aktifitas penangkapan ikan laut.
13. Jumlah Nelayan Terbesar pada tahun 2025 adalah dengan menggunakan skenario 2 yaitu sebesar 4.896 orang, 4.261 orang pada skenario 3 dan 4.000 pada skenario 1. Hal ini membuktikan bahwa dengan peningkatan jumlah unit usaha dan fraksi konsumsi pada masyarakat dapat meningkatkan jumlah nelayan. Sehingga dapat membuka lapangan pekerjaan yang baru bagi masyarakat sekitarnya.
14. Perkembangan populasi ikan yang terbesar terjadi pada tahun 2011 di skenario 3 yaitu sebesar 3.276 ton, pada skenario 1 sebesar 3015 ton, dan pada skenario 2 sebesar 2.213 ton, hal ini menunjukkan bahwa perubahan kenaikan pada fraksi kelahiran dan penurunan pada fraksi kematian sangat mempengaruhi tingkat perkembangan populasi ikan.

15. Untuk perkembangan Jumlah Produksi Perikanan Laut dapat dilihat pada gambar 5.21. Perkembangan Jumlah Produksi Perikanan Laut Di Probolinggo yang terbesar terjadi pada tahun 2016 di skenario 3 yaitu sebesar 4.086 ton, pada skenario 2 sebesar 3.865 ton, dan pada skenario 1 sebesar 3.736 ton, hal ini membuktikan bahwa kenaikan jumlah trip pada CPUE dan kenaikan tingkat kemampuan nelayan dapat meningkatkan jumlah produksi perikanan laut di Probolinggo.
16. Perkembangan tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan laut di probolinggo pada tingkat terbesar terdapat pada tahun 2025 pada skenario 3 terlihat sebesar 38,7 ton , pada skenario 2 sebesar 27,6 ton, dan pada skenario 1 sebesar 13,7 ton. Hal ini membuktikan bahwa seiring dengan meningkatnya jumlah produksi perikanan dapat meningkatkan tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan laut di probolinggo dengan catatan bahwa pemanfaatana stock sumber daya perikanan laut dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya

6.2 Saran

Sumber daya hayati laut pada kawasan perairan laut di selat madura memiliki potensi perikanan yang cukup tinggi. Akan tetapi saat ini kecenderungan ini berubah, penangkapan ikan saat ini dilakukan dengan cara-cara yang tidak ramah lingkungan sehingga hal ini bisa mengancam kelestarian lingkungan dan ekosistem. Oleh karena itu, perlu dirumuskan kebijakan-kebijakan yang bertujuan untuk

pengoptimalan pemanfaatan sumberdaya Ikan (SDI) beserta lingkungannya sehingga diperoleh manfaat ekonomi yang lebih tinggi sekaligus terjaganya kelestarian lingkungan bagi pemanfaatan yang berkelanjutan (*Sustainable Development*). Adapun kebijakan-kebijakan yang bisa diimplementasikan untuk pemanfaatan potensi Sumber Daya Laut adalah sebagai berikut.

1. Perlunya disusun suatu rencana strategis yang khusus berkaitan dengan perencanaan pembangunan yang mengacu pada potensi dan peluang-peluang yang dapat meningkatkan pendapatan masyarakat, pembangunan wilayah dan pelestarian lingkungan.
2. Meningkatkan pengawasan dan penegakkan hukum terhadap tindak kriminal yang terjadi di laut. Sehingga perlu dilakukan peningkatan kapasitas aparat, peningkatan sarana dan prasarana untuk pengawasan laut dan melibatkan masyarakat di dalam kegiatan pengawasan di laut. Hal ini sudah mulai dilakukan di Probolinggo, yaitu dengan membentuk Kelompok Pengawasan Masyarakat di beberapa desa, seperti di Desa Mayangan, Gili dan Tongas. Hal ini bertujuan untuk melakukan pengawasan terhadap Ekosistem dan Sumber Daya Alam guna kelanjutan dan pelestarian lingkungan, sehingga diperlukan kerjasama Pemerintah dan Masyarakat.
3. Pemerintah Daerah perlu memprioritaskan pembangunan untuk mengembangkan hasil produksi perikanan seperti mendirikan tempat-tempat usaha pengolahan ikan, memperbaiki sarana dan prasarana pendukung lainnya seperti perluasan area pelabuhan. Hal ini sudah mulai diterapkan di

Probolinggo, yaitu membuka pelabuhan baru tidak jauh dari pelabuhan yang lama.

4. Penyelamatan aset-aset seperti terumbu karang yang merupakan tempat berkembang biaknya ikan dengan melakukan pembangunan yang berkelanjutan dengan memasang beberapa *Moring Bouy* di lokasi-lokasi penyelaman, pengawasan dengan patroli laut dan menerapkan *code of conduct* bagi kegiatan wisata bahari.
5. Melakukan Penelitian dan penyuluhan untuk meningkatkan kemampuan para nelayan didalam memanfaatkan potensi sumber daya ikan (SDI).
6. Membuat suatu daerah pembenihan dan perlindungan (reservat) untuk meningkatkan tingkat populasi ikan. Tujuan dilakukan reservat ini adalah menggantikan peremajaan untuk membandingkan stock ikan alami dengan stock ikan yang dieksploitasi sehingga ikan tidak akan mengalami kepunahan di dalam populasinya.
7. Memberikan kesadaran ke masyarakat tentang kandungan gizi dari ikan. Ikan merupakan sumber protein yang tinggi dengan kandungan lemak yang tidak jenuh sehingga dapat meningkatkan stabilitas tubuh manusia. Selain itu juga ikan mengandung asam amino dan omega 3 yang tinggi yang mampu mencerdaskan otak anak.
8. Menganangkan program pengembalian hutan bakau yang sudah mulai rusak serta program rumpon dasar untuk merangsang pertumbuhan terumbu karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimoto, T. (2000) Capture Fisheries and Cage in Japan. *Proceeding of the 4th JSPS International Seminar on Fisheries Science in Tropical Area, 40-54*. Jakarta
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. & McLarney, W. O. (1972) *Aquaculture. The Farming and Husbandary of Freshwater and Marine Organisms*. John Wiley, New York.
- Cholik, F. (1997) *Prospek Pengembangan Usaha Perikanan*. Seminar Agribisnis Pembangunan Pertanian Menyongsong Era Globalisasi. Bogor
- Coyle, R.G. *System Dynamics Modelling*, Jhon Wiley and Sons. New York 1993.
- Daellenbach, Hans G. *System and Decision Making : A Management Science Approach*. Jhon Willey and Sons. University of Canterbury. New Zealand 1995.
- Direktorat Jenderal Perikanan. (2000) Statistik Perikanan Indonesia. No. 28, 1998. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perikanan (1999) Program Peningkatan Eksport Hasil Perikanan 2003. Departemen Pertanian.
- FAO. (1977) Fishery Statistics. Vol. 84
- Forrester, Jay. W.. *Industrial Dynamics*. Cambridge The MIT Press. 1961.
- Forrester, Jay. W.. *Principle of System*. Cambridge The MIT Press. 1968.
- Lynies, James M. *Corporate Planning and Policy Design: A System Dynamics Approach*. Pugh-Robert Associates Inc., Cambridge. 1980.
- Nurdjana, M. L (2001) *Prospek Sea Farming di Indonesia, p 1-9 dalam Departemen Kelautan dan Perikanan & JICA*. Teknologi Budidaya Laut dan Pengembangan Sea Farming di Indonesia
- Scott, George M. *Sistem Informasi Manajemen*. McGraw Hill. Penerbit PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta 2001.

- Turban, Efraim. *Decision Support System And Expert Systems*. Fourth Edition. Precentice Hall International Inc. 1995.
- Robert, Nancy ; David Andersen, Ralph Deal, Michael Gare, William Shaffer. *Introduction to Computer Simulation : The System Dynamics Approach*. Addison-Wesley Publishing Company 1983.
- Schoderbek; Kefalas. *Management Systems*. Third Edition. Business Publication, Inc. Plano, Texas. 1985.
- Simatupang, Togar M. *Teori Sistem Suatu Perspektif Teknik Industri*, Andi Offset, Yogyakarta. 1995.
- Simatupang, Togar M. *Permodelan Sistem*. Edisi pertama. Penerbit Nindita, Kaltan 1995.
- Sushil. *System Dynamics : A Practical Approach for Manajerial Problems*. Willey Eastern Limited.
- Vensim User's Guide Version 5. Ventana System Inc.
- Vensim Preference Manual Version 5. Ventana System Inc.

PERSAMAAN MATEMATIS PERMODELAN DINAMIK

Populasi Ikan=

Populasi Ikan Masa Lalu*[(time)*(Fraksi Perubah Kelahiran-Fraksi perubah kematian)]

~ Ton

~

Jumlah Nelayan=

((jumlah Penduduk-(((Populasi IkanxJumlah Alat TangkapxTingkat Konsumsi)/Kemampuan Nelayan))-Jumlah Nelayan masa lalu)/(timexusaha pengolahan ikan))

~ orang

~

Tingkat Konsumsi=

((Tingkat Pendapatan*Jumlah Penduduk*Fraksi Perubahan tingkat konsumsi)/Harga Ikan))

~Rupiah/ton

~

Jumlah Kapal=

((Stok Sumber Daya Perikanan Laut)/Jumlah Produksi Perikanan Laut+((jumlah nelayan+jumlah alat tangkap)*CPUE)))

~ Unit

~

Jumlah alat tangkap=

0.1*jumlah Nelayan

~Unit

~

Jumlah Usaha=

Jumlah Penduduk/(Tingkat Konsumsi*Tingkat Pendapatan)

~Unit

~

Tingkat Pendapatan=

50e5

~Rp

~

Jumlah Produksi Perikanan Laut di Selat Madura=

Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Selat Madura+(Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Selat Madura\

*(Fraksi Peningkatan Alat Tangkap+jumlah nelayan\

))

~ Ton

~

Stok Sumber Daya Perikanan Laut=

"Jumlah Potensi Lestari Perikanan Laut di Selat Madura"-Jumlah Produksi Perikanan Laut di Selat Madura"

~ Ton

~

Potensi kelompok Ikan Tongkol:=

GET XLS DATA('Rekapan Data Thesis.xls', 'Potensi Selat Madura', '16', 'E13')

```

~      Ton
~      |
Potensi kelompok Ikan Japuh=
  GET XLS DATA('Rekapan Data Thesis.xls', 'Potensi Selat Madura', '17', 'E15')
~      Ton
~      |
Potensi kelompok Ikan Lemuru=
  GET XLS DATA('Rekapan Data Thesis.xls', 'Potensi Selat Madura', '18', 'E16')
~      Ton
Potensi kelompok Ikan Kembang=
  GET XLS DATA('Rekapan Data Thesis.xls', 'Potensi Selat Madura', '19', 'E18')
~      Ton
Potensi kelompok Ikan Lainnya=
  GET XLS DATA('Rekapan Data Thesis.xls', 'Potensi Selat Madura', '20', 'E20')
~      Ton
~      |
Potensi Ikan Japuh=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Potensi Kelompok
ikan Japuh\
    , Time)+(RAMP(8000, 19, 20)*RANDOM 0 1())), 2005, 2024), Potensi
Kelompok Ikan Japuh\
    )
~      Ton
~      |
Potensi Ikan Lemuru=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Potensi Kelompok
ikan Lemuru\
    , Time)+(RAMP(8000, 19, 20)*RANDOM 0 1())), 2005, 2024), Potensi
Kelompok Ikan Lemuru\
    )
~      Ton
~      |
Potensi Ikan Tongkol=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Potensi Kelompok
Tongkol\
    , Time)+(RAMP(8000, 19, 20)*RANDOM 0 1())), 2005, 2024), Potensi
Kelompok Ikan Tongkol\
    )
~      Ton
~      |
Potensi Ikan Kembang=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Potensi Kelompok
ikan Kembang\
    , Time)+(RAMP(8000, 19, 20)*RANDOM 0 1())), 2005, 2024), Potensi
Kelompok Ikan Kembang\
    )
~      Ton
~      |

```

Potensi Ikan Lainnya=

IF THEN ELSE(Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Potensi Kelompok
ikan Lainnya\

, Time)+(RAMP(8000, 19, 20)*RANDOM 0 1()), 2005, 2024), Potensi
Kelompok Ikan Lainnya\
)

~ Ton

~

Look Up Potensi Kelompok Ikan Japuh(
[(1999,0)-

(2024,20000)], (2000,6265), (2001,9568), (2002,13256), (2003,16589), (2004,17479\
))

~ Ton

~

Look Up Potensi Kelompok Ikan Tongkol(
[(1999,0)-

(2024,20000)], (2000,8421), (2001,8697), (2002,13985), (2003,14685), (2004,16358\
))

~ Ton

~

Look Up Potensi Kelompok Ikan Lemuru(
[(1999,0)-

(2024,30000)], (2000,15487), (2001,18145), (2002,19753), (2003,22268), (2004,28254\
))

~ Ton

~

Look Up Potensi Kelompok Ikan Kembang(
[(1999,0)-

(2024,20000)], (2000,7421), (2001,10253), (2002,16259), (2003,20165), (2004,24568\
))

~ Ton

~

Look Up Potensi Kelompok Ikan lainnya(
[(1999,0)-

(2024,200000)], (2000,174685), (2001,190489), (2002,1936695), (2003,180965), (2004,188694\
))

~ Ton

~

"Potensi Perikanan Laut di Selat Madura"=

Potensi Ikan Tongkol+Potensi Ikan Japuh+Potensi Ikan Kembang+Potensi ikan
Lemuru

~ Ton

~

Hasil Tangkapan Ikan Japuh=

IF THEN ELSE(Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Ikan Japuh\
)


```

, Time)+(RAMP(500, 5, 10)*RANDOM 0 1()), 1999, 2024), Ikan Japuh
)
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Ikan Lemuru=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Ikan Lemuru, Time\
    )+(RAMP(500, 5, 10)*RANDOM 0 1()), 1999, 2024), Ikan Lemuru
  )
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Ikan Tongkol=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Ikan Tongkol, Time\
    )+(RAMP(500, 5, 10)*RANDOM 0 1()), 1999, 2024), Ikan Tongkol
  )
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Ikan Kembung=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Ikan kembung, Time\
    )+(RAMP(500, 5, 10)*RANDOM 0 1()), 1999, 2024), Ikan kembung
  )
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Ikan Lainnya=
  IF THEN ELSE( Time>2004, FORECAST((LOOKUP FORWARD(Look Up Ikan Lainnya, Time\
    )+(RAMP(500, 5, 10)*RANDOM 0 1()), 1999, 2024), Ikan Lainnya
  )
~      Ton
~      |
Jumlah Penduduk=
[(1999,0)-
(2024,20000)], (2000,104943), (2001,107980), (2002,109888), (2003,113081), (2004,114396\
  ))
~      Orang
~      |
Kelompok Ikan Japuh:=
  GET XLS DATA('Rekapan Data TA.xls', 'Produksi Probolinggo', '9', 'E15')
~      Ton
~      |
Kelompok Ikan Japuh:=
  GET XLS DATA('Rekapan Data TA.xls', 'Produksi Probolinggo', '9', 'E19')
~      Ton
~      |
Kelompok Ikan Kembung:=
  GET XLS DATA('Rekapan Data TA.xls', 'Produksi Probolinggo', '6', 'E18')
~      Ton
~      |
Kelompok Ikan Lainnya:=

```

```

GET XLS DATA('Rekapan Data TA.xls', 'Produksi Probolinggo', '6', 'E22')
~      Ton
~      |
"Jumlah Potensi Lestari Perikanan Laut di Selat Madura"=
  "Potensi Perikanan Laut di Bali-Nusa Tenggara"*Jumlah Tangkapan yang
Diperbolehkan
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Probolinggo=
  Hasil Tangkapan Japuh+Hasil Tangkapan Lemuru+Hasil Tangkapan kembung+Hasil
Tangkapan Tongkol+Hasil Tangkapan Lainnya
~      Ton
~      |
"Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Selat Madura"=
  Hasil Tangkapan Ikan Japuh+Hasil Tangkapan Ikan Kembung+Hasil Tangkapan Ikan
Lemuru+Hasil Tangkapan Ikan Tongkol+Hasil Tangkapan Ikan Lainnya
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Japuh=
  IF THEN ELSE(Time>2002, FORECAST((LOOKUP FORWARD( Look Up Kelompok Ikan Japuh,
Time)+\
    (RAMP(5000, 2.5, 5)*RANDOM 0 1()), 1998, 2024), Kelompok Ikan Japuh)
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Kembung=
  IF THEN ELSE(Time>2002, FORECAST((LOOKUP FORWARD( Look Up Kelompok Ikan
Kembung, Time)+\
    (RAMP(5000, 2.5, 5)*RANDOM 0 1()), 1998, 2024), Kelompok Ikan
Kembung)
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Tongkol=
  IF THEN ELSE(Time>2002, FORECAST((LOOKUP FORWARD( Look Up Kelompok Ikan
Tongkol, Time)+\
    (RAMP(5000, 2.5, 5)*RANDOM 0 1()), 1998, 2024), Kelompok Tongkol)
~      Ton
~      |
Hasil Tangkapan Lemuru=
  IF THEN ELSE(Time>2002, FORECAST((LOOKUP FORWARD( Look Up Kelompok Ikan
Lemuru, Time)+\
    (RAMP(5000, 2.5, 5)*RANDOM 0 1()), 1998, 2024), Kelompok Lemuru)
~      Ton
~      |
Look Up Ikan Japuh(
  [(1999,0)-
(2024,20000)], (2000,4943), (2001,7980), (2002,9888), (2003,13081), (2004,14396\
  ))
~      Ton

```

~ |
Look Up Ikan Lemuru(
[(1999,0)-

(2024,30000)], (2000,10814), (2001,11692), (2002,18892), (2003,19068), (2004,25293\
))

~ Ton
~ |

Look Up Ikan Kembung(
[(1999,0)-

(2024,20000)], (2000,5808), (2001,9226), (2002,13004), (2003,18495), (2004,18898\
))

~ Ton
~ |

Look Up Ikan Tongkol(
[(1999,0)-

(2024,60000)], (2000,5106), (2001,5502), (2002,9195), (2003,10951), (2004,13006\
))

~ Ton
~ |

Look Up Ikan Lainnya(
[(1999,0)-

(2024,100000)], (2000,69330), (2001,87500), (2002,81356), (2003,77075), (2004,84461\
))

~ Ton
~ |

Look Up Kelompok Ikan Lemuru(
[(1999,0)-

(2024,5000)], (2000,1968), (2001,2128), (2002,3438), (2003,3470), (2004,4603\
))

~ Ton
~ |

Look Up Kelompok Ikan Kembung(
[(1999,0)-

(2024,4000)], (2000,958), (2001,1522), (2002,2145), (2003,3051), (2004,3118\
))

~ Ton
~ |

Look Up Kelompok Ikan Japuh(
[(1999,0)-

(2024,3000)], (2000,978), (2001,1580), (2002,1957), (2003,2590), (2004,2850\
))

~ Ton
~ |

Look Up Kelompok Ikan Tongkol(
[(1999,0)-

(2024,3000)], (2000,955), (2001,1028), (2002,1719), (2003,2047), (2004,2432\
))


```

~      Ton
~      |
Look Up Kelompok Ikan Lainnya(
  [(1999,0)-
(2024,18000)], (2000,13582), (2001,17158), (2002,16160), (2003,15478), (2004,16974\
  )
~      Ton
~      |

```

CPUE Kapal=

```

4
~      Ton/Trip
~      |

```

Tingkat Pemanfaatan di Probolinggo=

Jumlah Produksi Perikanan Laut di Probolinggo/Stok Sumber Daya Perikanan Laut

```

~
~      |

```

Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan=

```

0.8
~
~      |

```

.Control

Simulation Control Parameters

|

"Jumlah Produksi Perikanan Laut di Selat Madura"=

"Hasil Tangkapan Perikanan Laut di Selat Madura"

```

~      Ton
~      |

```

FINAL TIME = 2025

```

~      Year
~      The final time for the simulation.
|

```

INITIAL TIME = 2005

```

~      Year
~      The initial time for the simulation.
|

```

SAVEPER =

TIME STEP

```

~      Year [0,?]
~      The frequency with which output is stored.
|

```

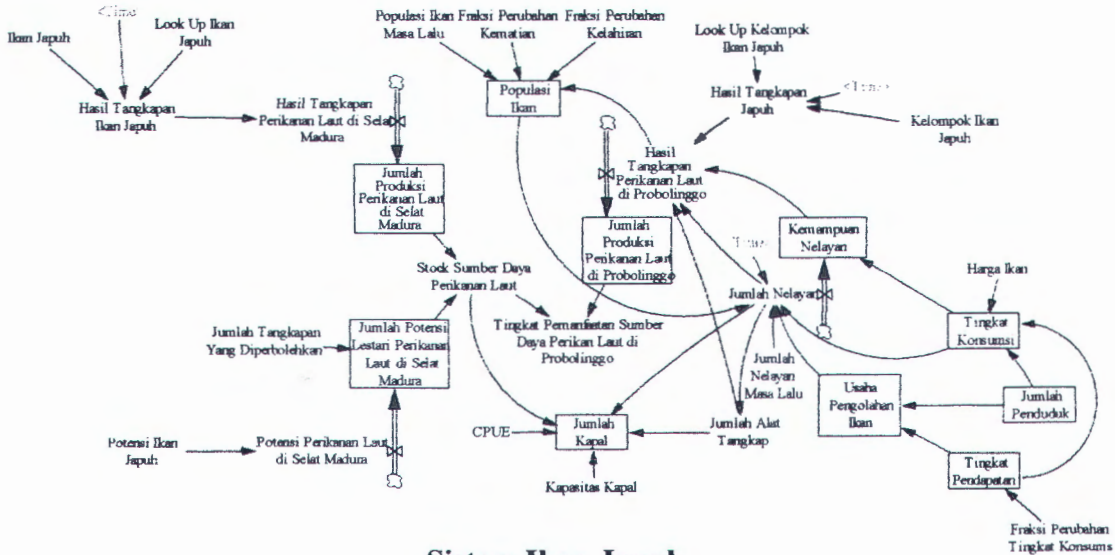
TIME STEP = 1

```

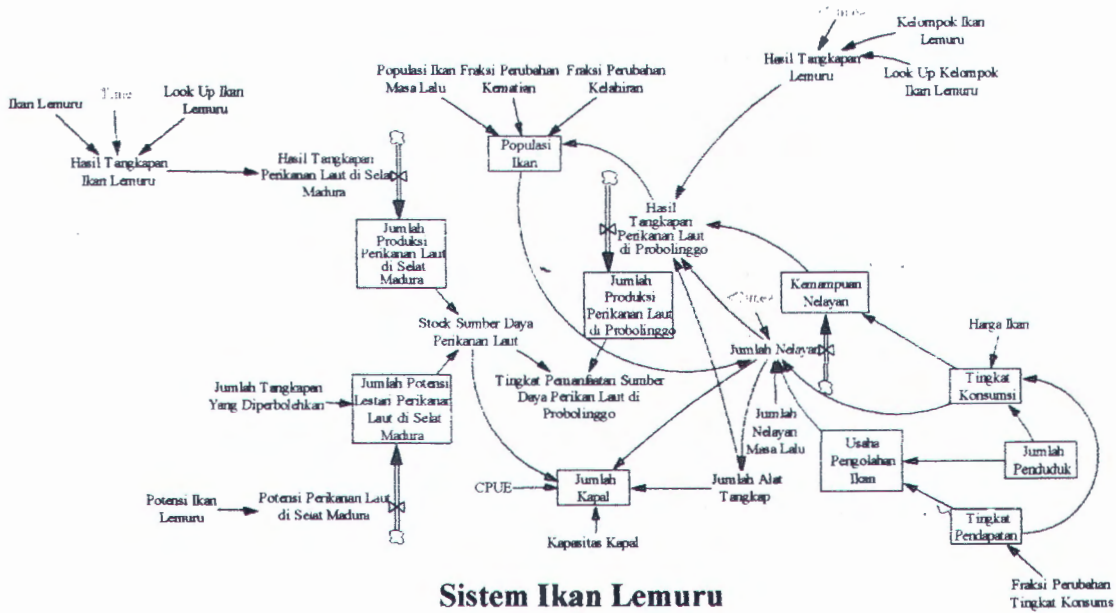
~      Year [0,?]
~      The time step for the simulation.
|

```

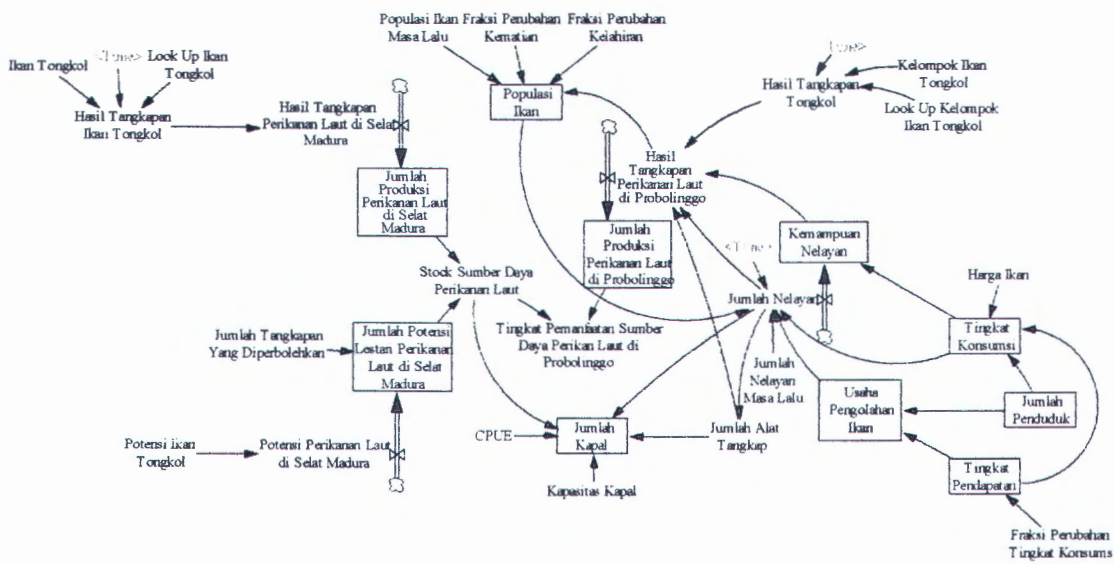
Sistem Dinamis pada masing-masing jenis ikan



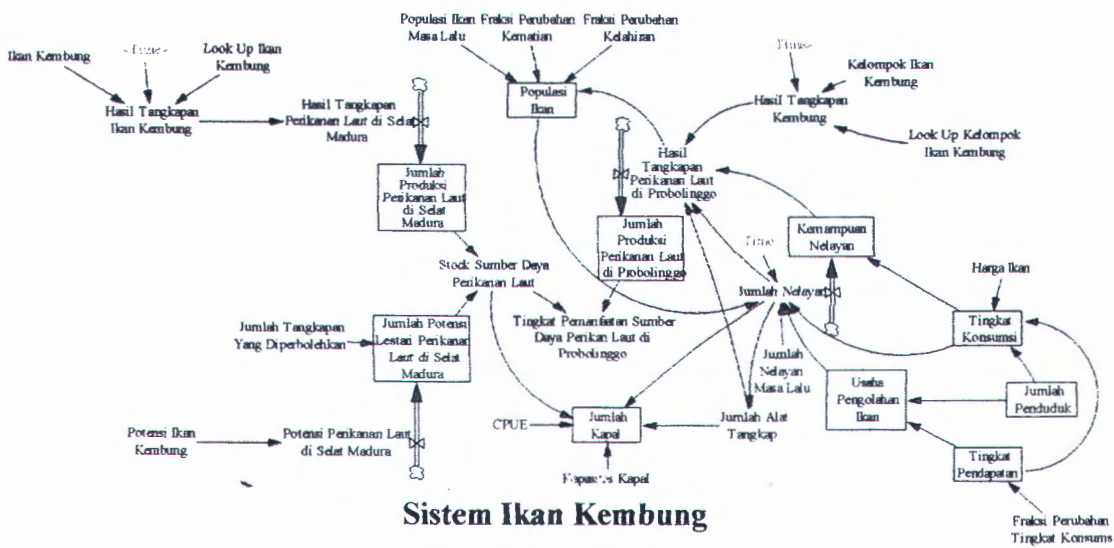
Sistem Ikan Japuh



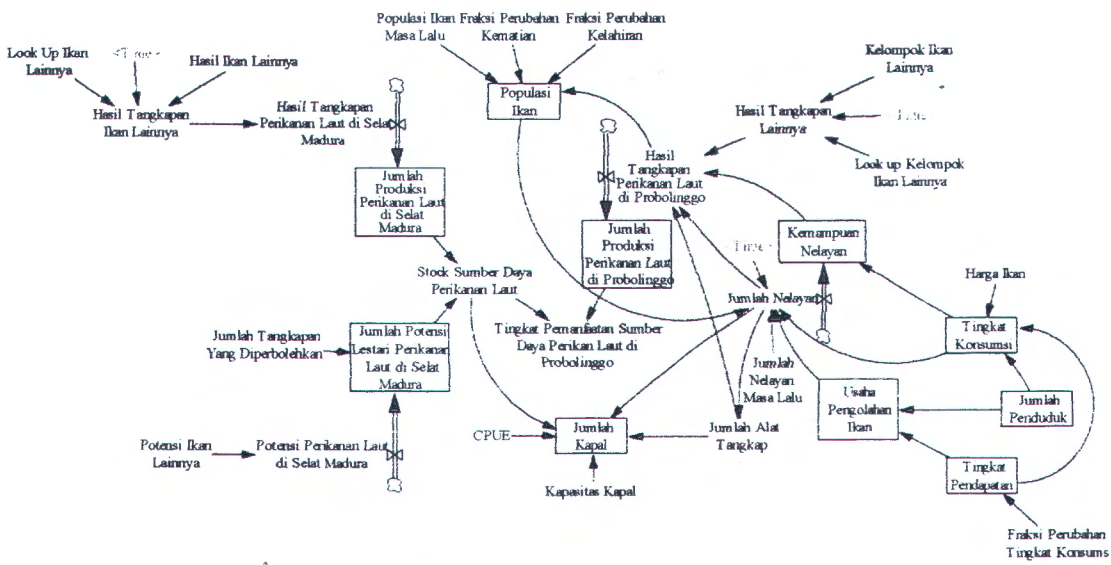
Sistem Ikan Lemuru



Sistem Ikan Tongkol

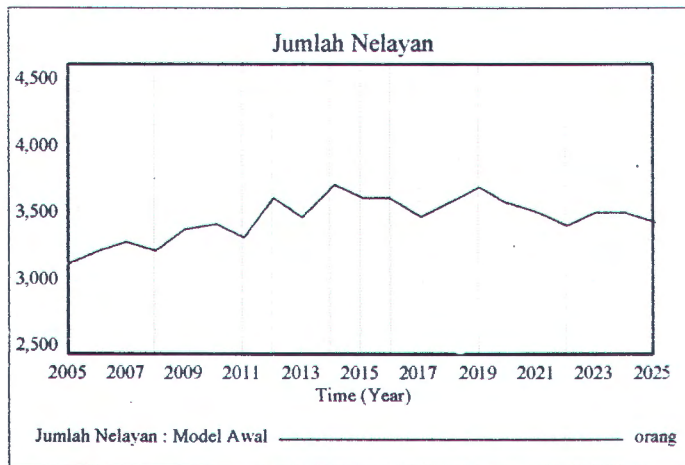
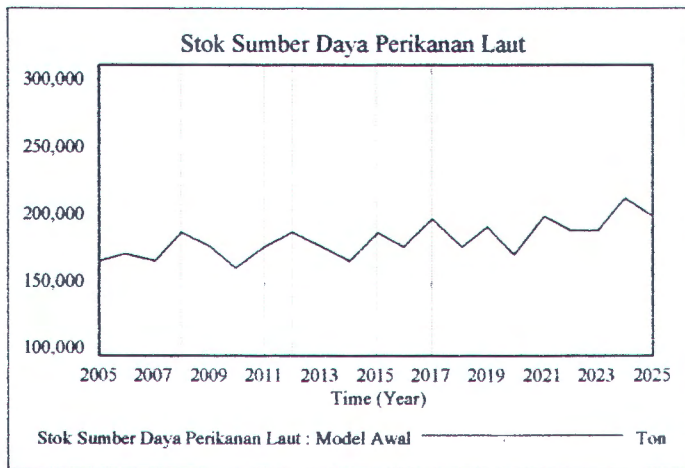


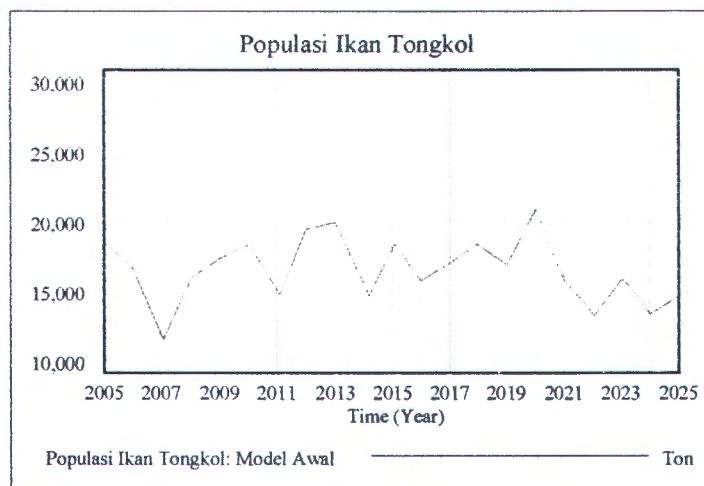
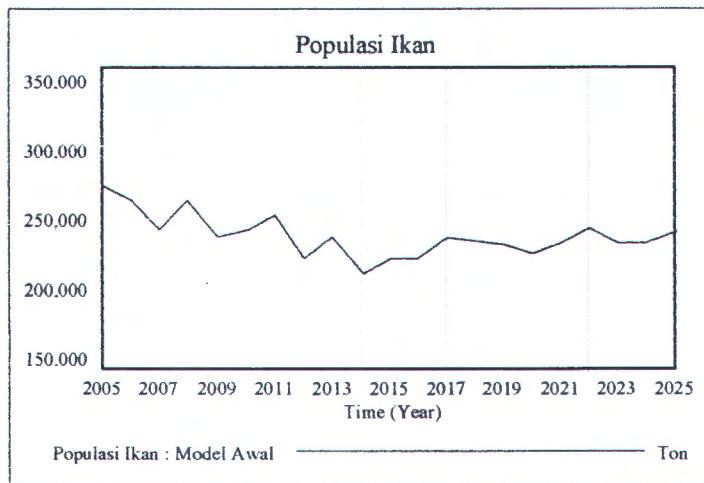
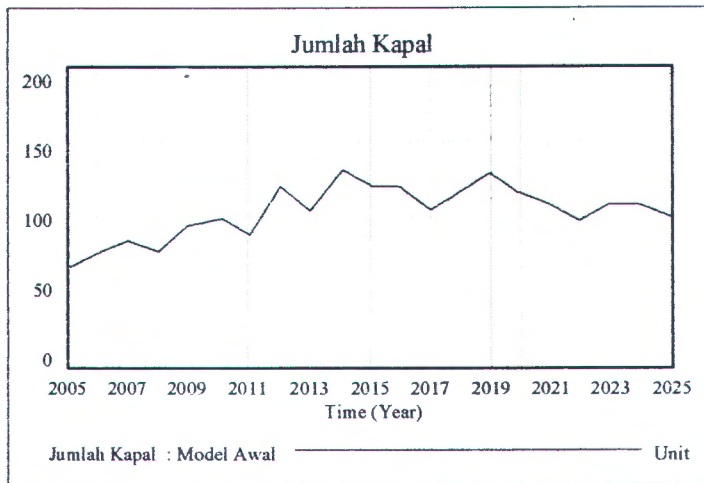
Sistem Ikan Kumbang

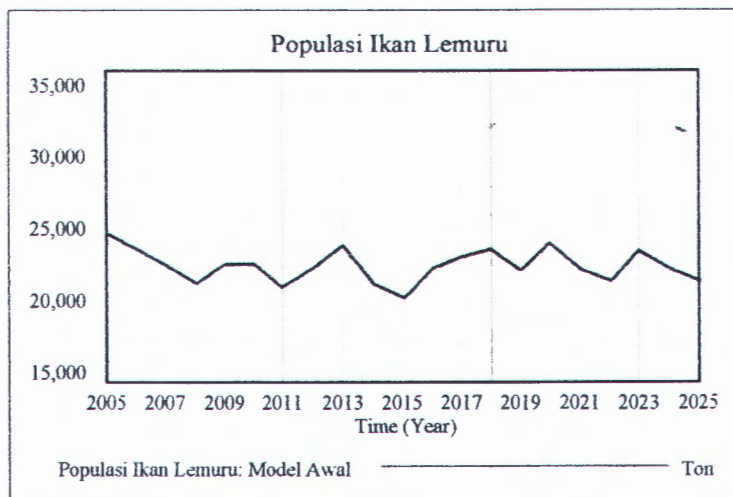
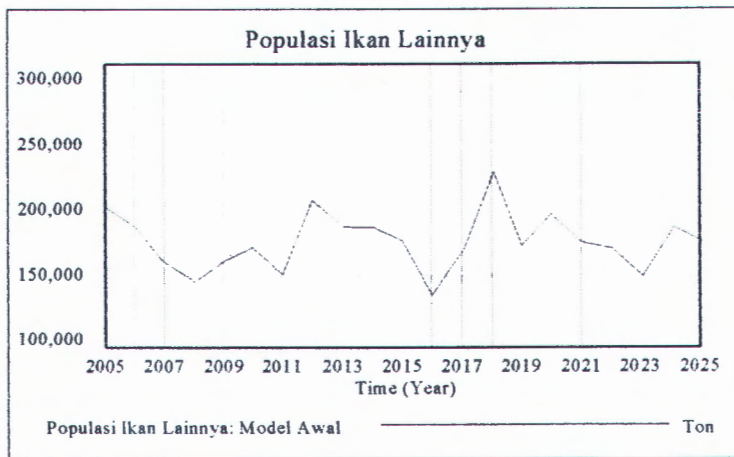
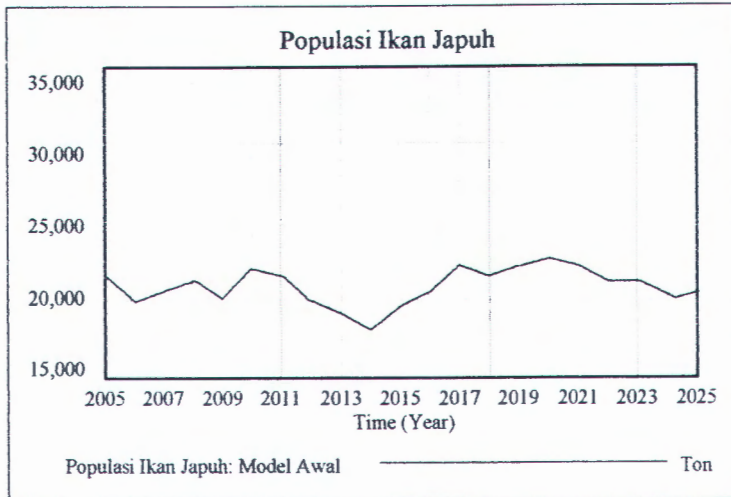


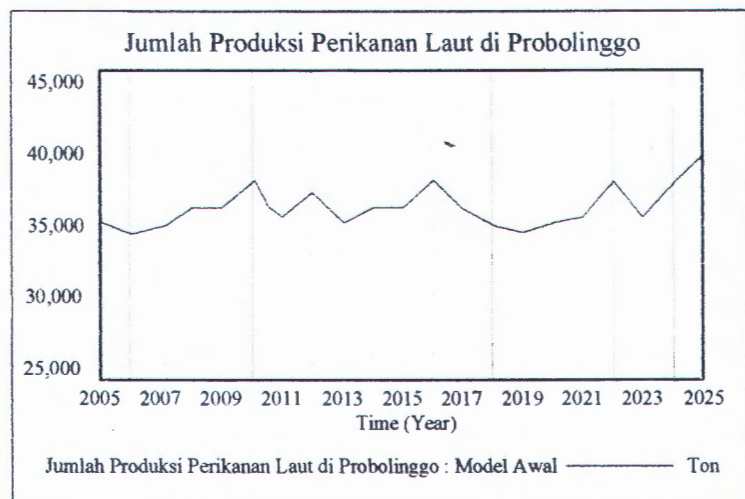
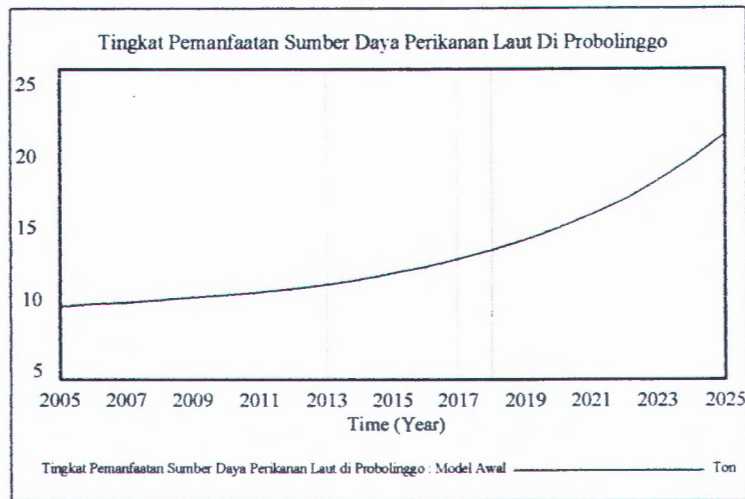
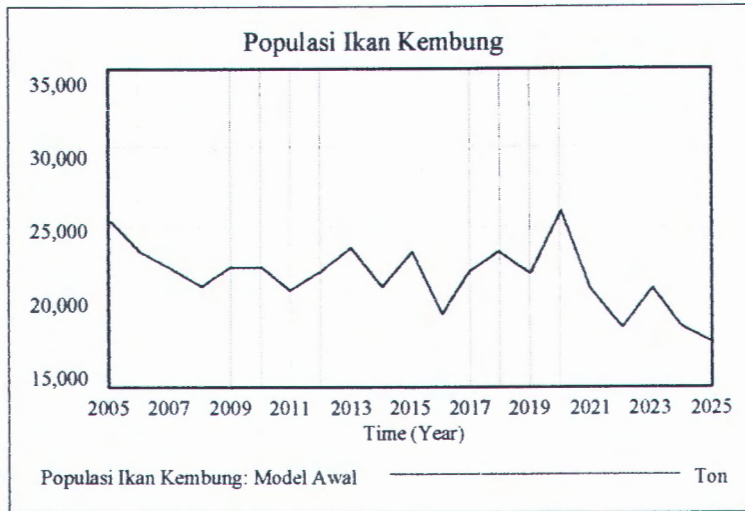
Sistem Ikan Lainnya

Hasil Simulasi Awal

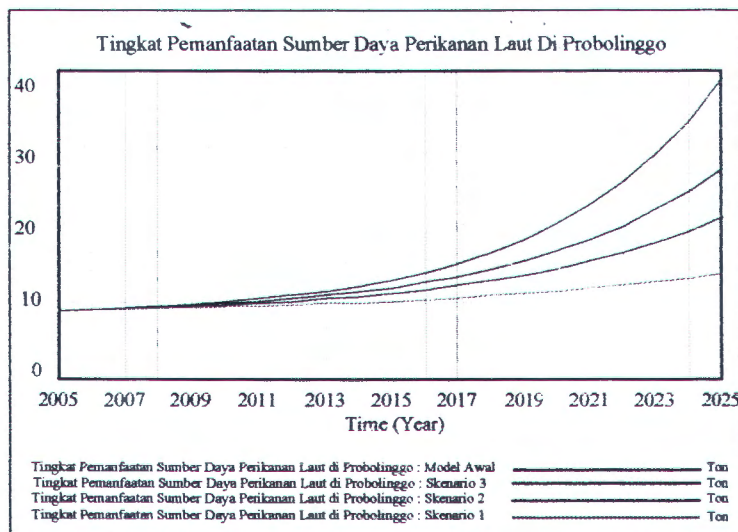
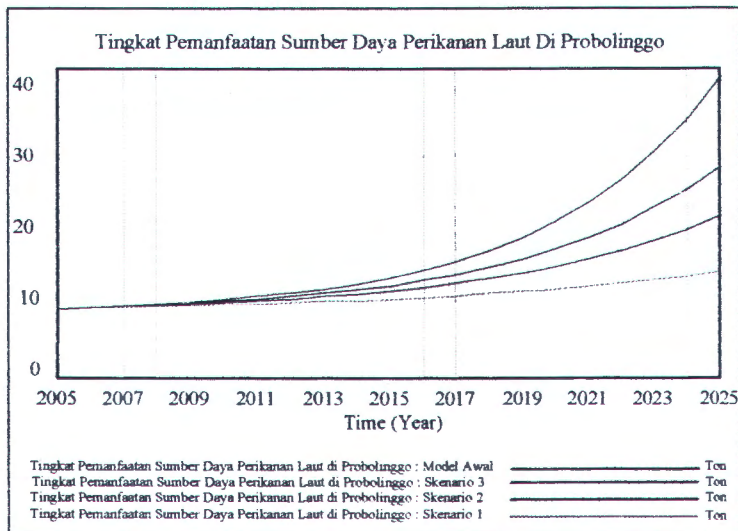
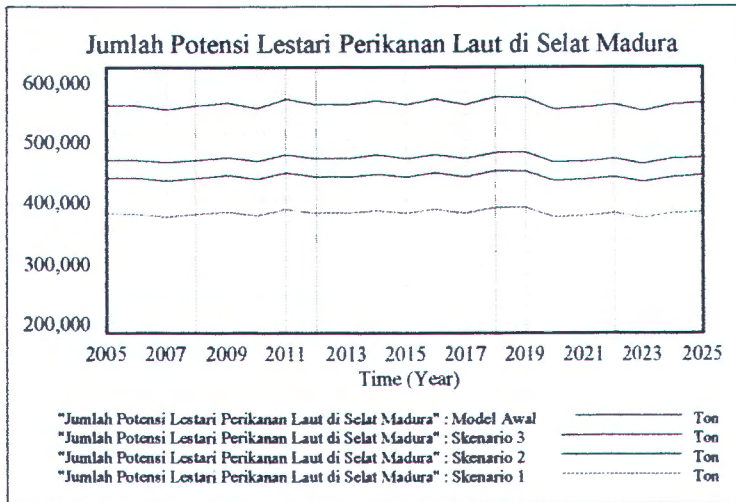


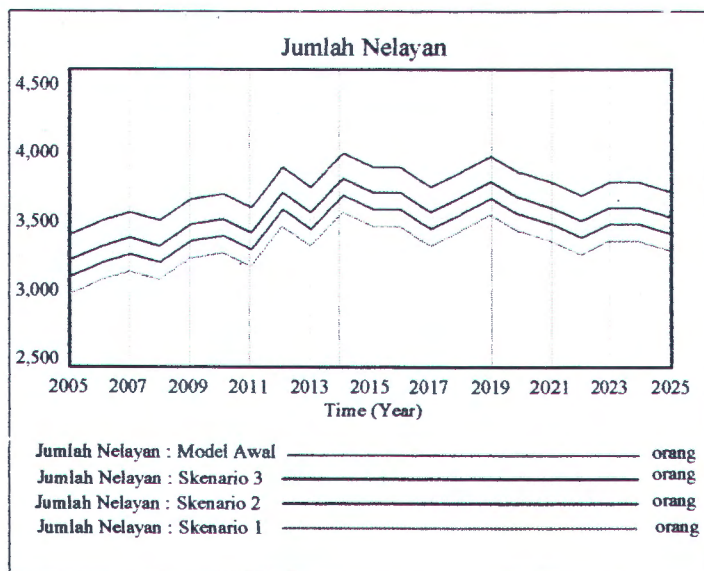
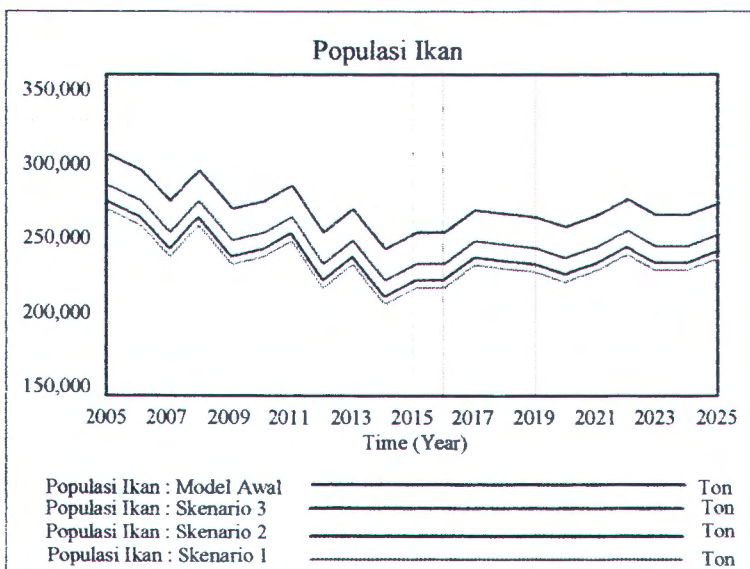
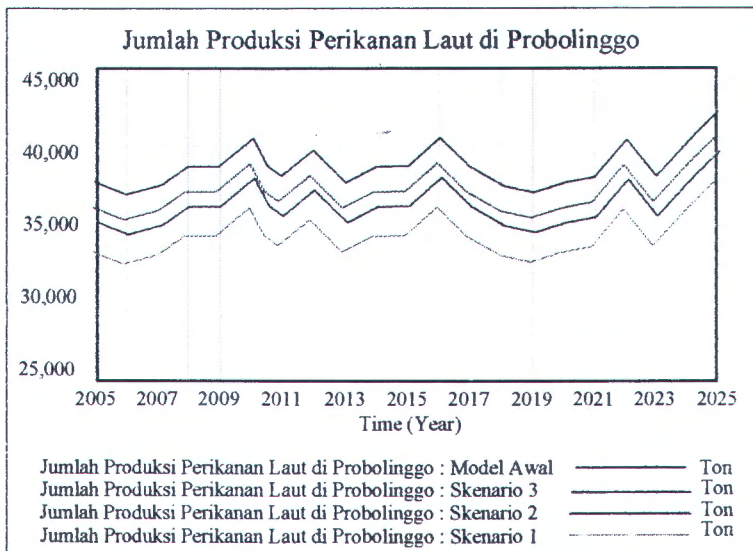


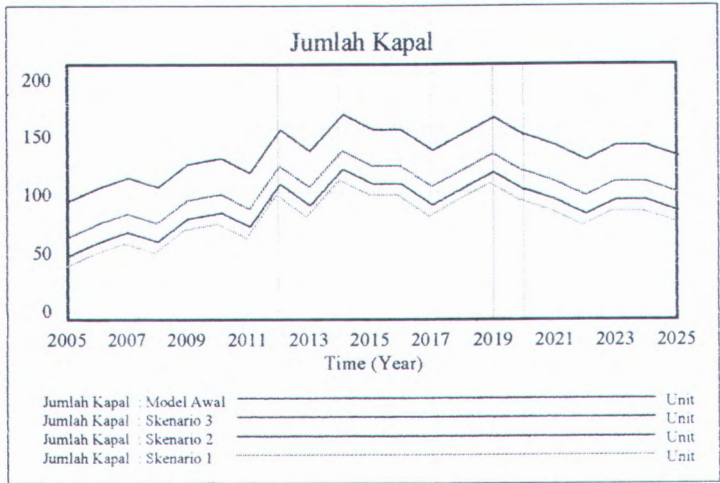




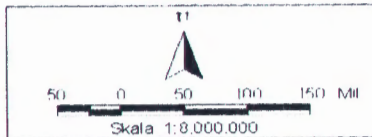
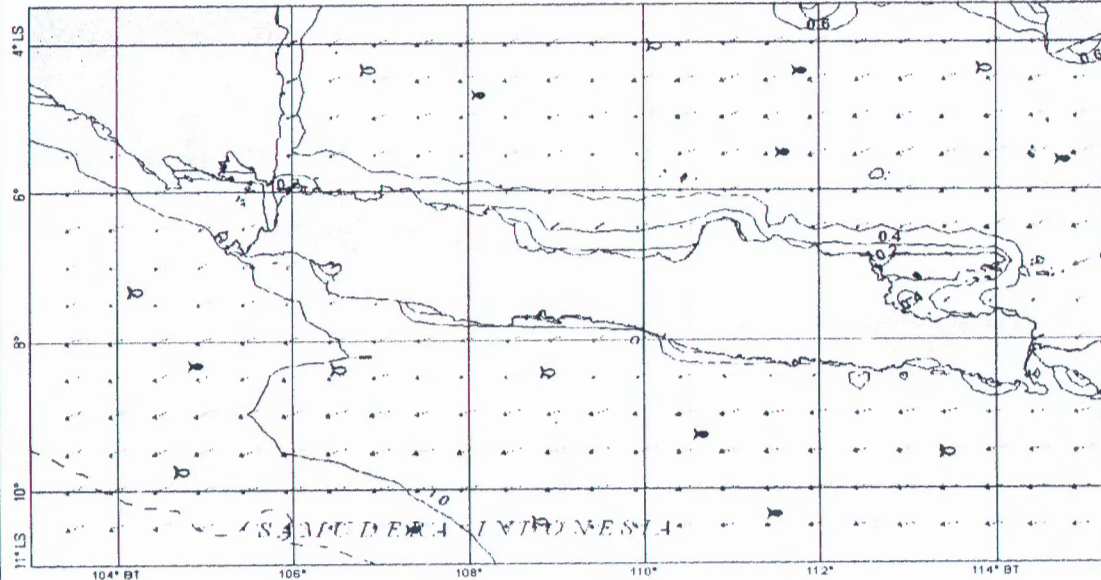
Hasil Simulasi Skenario







**PETA PRAKIRAAN DAERAH PENANGKAPAN IKAN
DI WILAYAH PERAIRAN JAWA DAN SEKITARNYA
TANGGAL 5 - 8 MEI 2005**



Sumber:
Data Analisis Data Satelit Oceanografi
Suhu, Turgor dan Arus Permukaan Laut, serta
konsentrasi Klorofil a

Tim Penyusun:
Tim Instalasi Observasi Kelautan, PR TH BRKP
Itih BMO - JAKARTA



**INSTALASI OBSERVASI KELAUTAN
PUSAT RISET TEKNOLOGI KELAUTAN
BADAN RISET KELAUTAN DAN PERIKANAN
DEPARTEMEN KELAUTAN DAN PERIKANAN**

Jemberano - Bali, Telp/ fax: 0365-44278
Fax on Demand: 0365-44277



KETERANGAN :

- | | |
|--|------------------------|
| ☛ Daerah penangkapan ikan | Kecepatan Angin (knot) |
| ☞ Daerah potensi ikan | 0.58 - 4.74 |
| ⋯ Batas ZEE | 4.74 - 8.18 |
| ⋯ Garis kontur tinggi gelombang maksimum dengan interval 0.2 meter | 8.18 - 10.78 |
| | 10.79 - 12.35 |
| | 12.35 - 14.02 |

Lokasi Penangkapan Ikan

Bujur	Lintang
104.8813	-8.3294
107.3518	-10.5371
108.1140	-4.7024
110.6371	-9.2756
111.4782	-10.3269
111.5833	-5.4909
111.7673	-4.3870
114.7635	-5.5960

Lokasi Potensi Ikan

Bujur	Lintang
104.1979	-7.3307
104.7236	-9.7486
106.5108	-8.3820
106.8525	-4.3608
108.7974	-10.4320
108.9025	-8.4345
110.1115	-4.0454
113.4493	-9.5121
113.8699	-4.3608

Catatan : koordinat dim derajat desimal, tanda minus menunjukkan posisi di Lintang Selatan

- Untuk meningkatkan akurasi informasi daerah tangkapan ikan, diharapkan agar para pengguna mengirimkan kembali hasil tangkapan berikut koordinat lokasinya kepada kami.

- Sampul dan kuita dikirimkan ke fax: 0365-44278 atau email: seacorm_datacenter@yahoo.com